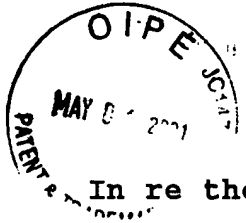


#4



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Hideto MOTOMURA Art Unit: 2622

Application No.: 09/709,436

Filed: November 13, 2000

For: METHOD OF NORMALIZING COLOR INFORMATION, METHOD OF EXCHANGING COLOR INFORMATION USING THE SAME METHOD AND DEVICE USING THE SAME METHODS

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 11-320538, Filed November 11, 1999,

Japanese Appln. No. 11-320539, Filed November 11, 1999,

Japanese Appln. No. 2000-252111, Filed August 23, 2000, and

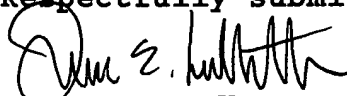
Japanese Appln. No. 2000-252112, Filed August 23, 2000.

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications are filed herewith.



It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter

Registration No. 28,732

Date: May 1, 2001

JEL/ejw

ATTORNEY DOCKET NO. L8458.00101

STEVENS, DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.

1615 L Street, NW, Suite 850

P.O. Box 34387

Washington, DC 20043-4387

Telephone: (202) 785-0100

Facsimile: (202) 408-5200



日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
this Office.

願 年 月 日  
Date of Application:

1999年11月11日

願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第320538号

願 人  
Applicant(s):

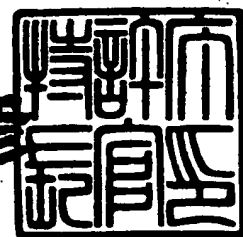
松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 3月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 2931010136

【提出日】 平成11年11月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/40

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目 1 0 番 1 号 松下技  
研株式会社内

【氏名】 本村 秀人

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特平 1 1 - 3 2 0 5 3 8

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 色情報正規化方法、並びに色情報交換方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 観察者の色カテゴリーカルな知覚情報に基づいて色空間を正規化する色空間正規化方法。

【請求項 2】 観察者の色カテゴリーカルな知覚情報は、カテゴリーカル基本色を用いてモデル化することを特徴とする請求項 1 記載の色空間正規化方法。

【請求項 3】 観察者の色カテゴリーカルな知覚情報は、記憶色を用いてモデル化することを特徴とする請求項 1 記載の色空間正規化方法。

【請求項 4】 観察者の色カテゴリーカルな知覚情報は、観察者が設定した色名を用いてモデル化することを特徴とする請求項 1 記載の色空間正規化方法。

【請求項 5】 色空間の正規化は、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から重心ベクトルと分散共分散ベクトルを算出し、前記重心ベクトルと分散共分散ベクトルを用いて色空間を正規化することを特徴とする請求項 1 記載の色空間正規化方法。

【請求項 6】 観察者のカラーネーミングは、カテゴリーカル基本色を用いて観察者が色名を応答することを特徴とする請求項 5 記載の色空間正規化方法。

【請求項 7】 観察者のカラーネーミングは、記憶色を用いて観察者が色名を応答することを特徴とする請求項 5 記載の色空間正規化方法。

【請求項 8】 観察者のカラーネーミングは、観察者が設定した色名を用いて観察者が色名を応答することを特徴とする請求項 5 記載の色空間正規化方法。

【請求項 9】 カテゴリーカル基本色は、赤、茶、ピンク、オレンジ、黄、緑、青、紫、白、灰色、あるいは黒のいずれかであることを特徴とする請求項 2 または 6 記載の色空間正規化方法。

【請求項 10】 発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリーカルな入出力特性を絶対的に保持することを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 11】 発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリーカルな入出力特性を相対的に保持することを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 12】 発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリーカルな入出

力特性の一部を絶対的に保持し、その他を相対的に保持することを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 1 3】 色カテゴリカルな入出力特性は、発信デバイスの色空間内に設置した制御点を受信デバイスの色空間内に設置した制御点にマッピングすることによって、発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリカルな入出力特性を保持することを特徴とする請求項 1 0 から請求項 1 2 のいずれかに記載の色情報交換方法。

【請求項 1 4】 色空間内に設置した制御点は、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 5】 色空間内に設置した制御点は、デバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 6】 色空間内に設置した制御点の一部が、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであり、かつ残りの制御点がデバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 7】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が、測色的に一致していることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 8】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が、色の見えとして一致していることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 1 9】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部が、受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と測色的に一致し、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点が受信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と色の見えとして一致していることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 0】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの

色空間内に設置した制御点の測色的距離が、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 1】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の色の見えの違いが、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 2】 発信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部の測色的距離が、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化され、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と受信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点の色の見えの違いが発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とする請求項 1 3 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 3】 色の見えが一致する制御点、あるいは色の見えの違いが最小化された制御点を求める際に、発信デバイスと受信デバイスの色域のカスプの間にある色をテスト色として観察者に与え、観察者が特定した色を受信デバイスの重心制御点あるいは表面制御点を用いることを特徴とする請求項 1 7 から請求項 2 2 のいずれかに記載の色情報交換方法。

【請求項 2 4】 観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルを用いて、発信デバイスと受信デバイス間で重心制御点のマッピングし、マッピングされた点をデバイス色域表面、あるいはデバイス色域表面付近にある表面制御点を発信デバイスと受信デバイス間でマッピングして、発信デバイスから受信デバイスへの色情報交換を実行することを特徴とする色情報交換方法。

【請求項 2 5】 重心のマッピングは、発信デバイスにおける重心ベクトル間の距離を受信デバイスにおける重心ベクトル間の距離に変換するスケーリング係数を算出し、かつ前記スケーリング係数を入力点の位置に応じて重み付けしてマッピング点を決定することを特徴とする請求項 2 4 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 6】 表面制御点のマッピングが、重心マッピングによってマッピン



グされた発信デバイスの表面制御点を受信デバイスの表面制御点に再マッピングされるようにスケーリング係数を算出し、かつ前記スケーリング係数を入力点が重心制御点及び表面制御点と持つ位置関係に応じて重み付けしてマッピング点を決定することを特徴とする請求項 2 4 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 7】 重心制御点及び表面制御点と持つ位置関係に応じた重み付けが、入力ベクトルと重心ベクトルが持つ距離の逆数の比によって与えられることを特徴とする請求項 2 6 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 8】 重心制御点及び表面制御点と持つ位置関係に応じた重み付けが、入力ベクトルと重心制御点が持つ距離の逆数、および表面制御点と持つ距離の逆数の比によって与えられることを特徴とする請求項 2 6 記載の色情報交換方法。

【請求項 2 9】 発信デバイス上に色刺激を呈示して、前記色刺激の色名を観察者が応答した結果を格納した発信デバイス用カラーネーミングデータベースと、受信デバイス上に色刺激を呈示して、前記色刺激の色名を観察者が応答した結果を格納した受信デバイス用カラーネーミングデータベースと、前記発信デバイス用カラーネーミングデータベースから観察者の色名応答結果を呼び出して、各色名ごとに発信デバイスから与えられる入力色ベクトルから前記重心ベクトルまでの距離を正規化する発信デバイス用色情報正規化部と、前記発信デバイス用色情報正規化部が出力した正規化距離を発信デバイスと受信デバイスの色空間内に設置した重心制御点どうしがマッピングされるようにマッピング点を決める重心マッピング制御部と、前記重心マッピング制御部が出力した正規化距離を発信デバイスと受信デバイスの色空間内に設置した表面制御点どうしがマッピングされるようにマッピング点を決めるダイナミックレンジマッピング制御部と、前記ダイナミックレンジマッピング制御部が出力した目標正規化距離を持つ測色値を受信色空間内で探索する目標正規化距離探索部とを備えたことを特徴とする色情報交換装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラ、スキャナ、モニタ、プリンタなど、あらゆる入力画像機器あるいは出力画像機器をつなぐカラーマネジメントシステムに使用できる色空間正規化方法、並びに色情報交換方法及びその装置に関する技術である。

【0002】

【従来の技術】

画像機器のデジタル化とインターネットを中心としたネットワーク技術の進歩により、様々な画像機器がオープンシステム上で接続されるクロスメディアシステムが本格的に普及してきた。オープンシステムでは、個々の画像機器、アプリケーションが共通インターフェイスを持ち、汎用性、拡張性の高い構成を取る必要がある。色再現の観点から見ると、色情報を発信する画像機器、つまりカメラやスキャナーは取りこんだ色情報を正確にオープンシステムへ配信する必要がある、一方、色情報を受信し表示する画像機器、つまりディスプレイやプリンタは受け取った色情報を正確に表示する必要がある。

【0003】

たとえば、カメラが正確に色情報を取得したとしても、ディスプレイが不適切な色情報を表示することにより、システム全体の色再現性は劣化する。インターネットを介した電子商取引では、たとえばディスプレイ上で見た商品の色が現物と異なるという課題を有していた。

【0004】

クロスメディアシステム上で色情報を管理するカラーマネジメントシステムは、システム全体に渡って色情報を正確に交換するために、以下の3つの観点からシステムを最適化する必要がある。

- (1) システムに接続される各画像機器の入出力特性（デバイスドライブ信号と測色値の関係）を把握する。
- (2) 視環境に左右される視覚系の入出力特性を把握する。
- (3) システム上で接続される画像機器の色表示範囲（色域）の違いを考慮して、受信色空間へのマッピングを色再現性の観点から最適化する。

【0005】

カラーマネジメントを実現するためにまず必要なのが、画像機器の入出力特性

である。カメラやスキャナのような入力画像機器では、取り込んだ被写体の色（CIEXYZ三刺激値）と入力画像機器が出力したデジタルカウントとの関係である。ディスプレイやプリンタのような出力画像機器では、出力画像機器をドライブするデジタルカウントと表示された色の関係である。IEC(International Electrotechnical Commission)は、CRT、LCD、PDP、スキャナ、デジタルカメラ、プリンタなど様々な機器の入出力特性をモデル化する標準仕様の作成を進めており、実用的なレベルに迫りつつある。

#### 【0 0 0 6】

CIEXYZ三刺激値は、光の物理量に人間の目の感度特性（等色関数）を掛け合わせた心理物理量であり、XYZが同じ2つの色は人間に対して同じ色に見える。しかし、人間の目の感度特性を表す等色関数は視環境によって変化し、目の順応状態が異なる視環境下では同じXYZを持つ2つの色が異なった色に見える場合がある。カラーマネジメントの目的は、発信された色情報を受信デバイス上で同じ色として再現するところにある。そこで、同じ色に見えるXYZの対を探すために、視覚系の入出力特性が受ける視環境の影響を把握しておく必要がある。国際照明委員会CIEのTC1-34は、順応状態を左右する白色点のXYZ値や背景の明るさなどを考慮に入れた色の見えモデルCIECAM97sをまとめ、活動報告書（TC1-34, Testing Colour Appearance Models, Report on CIECAM97s, April, (1998)）としてまとめた。色の見えモデルCIECAM97sは、任意の照明下で色の見えの属性（Brightness、Colorfulness、Lightness、Chroma、Hue、Saturation）の度合いを記述し、色の見えが一致する色、いわゆる対応色を予測することができる。

#### 【0 0 0 7】

各画像機器の入出力特性がモデル化されて測色値XYZが推定され、かつ視環境を考慮に入れて色の属性に変換された後は、発信デバイスから受信デバイスへ色情報が伝達される。色情報の伝達とは具体的には、発信された色属性と同一の色属性を持つ色を受信デバイスに出力するような受信デバイスのドライブレベルを算出することに値する。たとえば、発信デバイスが、カメラで受信デバイスがCRTディスプレイの場合、カメラが取り込んだ被写体の色が持つ色属性を出力するようなCRTディスプレイのドライブレベルを探し出すことになる。このとき、被

写体の色がCRTの色表示範囲、いわゆる色域の中に存在する場合はカラーマッチングが成立するが、CRTの色域外の色がカメラで取りこまれた場合は同じ色を探し出すことは不可能である。

## 【0008】

そこで、同じ色に見えないができるだけ色再現性を落とさないような色をCRT色域内から探し出す必要がある。いわゆる色域マッピングが必要である。色域マッピングは発信デバイスの色域をすべて、より小さな受信デバイスの色域へ納めるため、どのように発信デバイスの色域を圧縮するかという問題になる。色域圧縮方法に関しては多くの研究者から様々な方法（たとえばJan Morovic、To Develop a Universal Gamut Mapping）が提案され、国際照明委員会CIEを中心に標準化が進められている。

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記の従来方法による色情報交換には、色域マッピング方法、そして対応色予測において以下のような課題を残す。

## 【0010】

まず、色域マッピングは、色属性の調整量と色再現性の間に定量的な対応付けが構築されていないため、再現画像の色再現性を予測することができない。従って色域マッピング方法を設計するための方針を定量的に作ることが困難となり、考えうるすべての調整量を用いて多数の画像を作成し、視感評価実験で比較テストを行わなければ最良の色再現画像を特定することができないという課題が存在する。

## 【0011】

一方、色の見えのモデルによる対応色予測は、実験室レベルの限られた観察条件下でのみ使用可能であり、現実の利用状況に対して大きなギャップを持ち、実用レベルに達していないという課題を持つ。

## 【0012】

本発明は、上記従来技術の課題を解決するもので、色属性と色再現性の関係を記述する定量的設計指針に基づいて色域マッピングの方法を効率的に決定し、か

つ様々な観察条件下で対応色を高精度に予測するための色情報正規化方法、並びに色情報交換方法及び装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために本発明は、観察者の色カテゴリーカルな知覚情報に基づいて色空間を正規化し、発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリーカルな入出力特性を絶対的に、相対的に、あるいは入出力特性の一部を絶対的に残りを相対的に保持して色情報を交換する。

【0014】

色域マッピングでは、各デバイス間で根本的に同じ色を呈示できないため、それぞれのデバイスにおける画像の全体的な印象ができるだけ異ならないように色情報を交換することが目標となる。たとえば色合いで表現すれば、CRT上で「赤い花」は印刷物上でも「赤い花」であるべきで、「黄色い花」や「オレンジ色の花」のように花の持つ色のカテゴリーが異なることは好ましくない。さらにCRT上で「花の赤の方がりんごの赤より強い」とすると印刷物上でも「花の赤の方がりんごの赤より強い」方が好ましく、「花の赤の方がりんごの赤より弱い」場合は好ましくない。

【0015】

このように色域マッピングにおいて画像の全体的な印象ができるだけ異ならないようにするには、色情報を発信する発信デバイスと色情報を受信する受信デバイス間で、色カテゴリーカルなミスマッチを最小化することが重要である。今、発信デバイスの色空間内にある色差を持った2点の色を考える。この2点間の色差を忠実に保ち、受信デバイスにマッピングした場合、2つの色の違いは色差の観点では発信デバイスでも受信デバイスでも同一である。しかし、色カテゴリーカルな制御が組み込まれない場合、発信デバイスで同じ色カテゴリーを持った2つの色が、受信デバイスでは色カテゴリーの境界をまたいぐ位置にマッピングされて、色カテゴリーカルに異なる2つの色で再現される可能性がある。

【0016】

本発明では、発信デバイス、受信デバイスごとに色信号データが形成する色空

間を観察者が知覚する色のまとまりごとに正規化し、色カテゴリーカルな特性を絶対的に、あるいは相対的に、あるいは一部を絶対的に残りを相対的に保持して色情報を交換する。

## 【0017】

観察者が知覚する色のまとまりはカラーネーミングにより応答を取る。カラーネーミングに使用する色名は、たとえばカテゴリーカル基本色や記憶色、また観察者が設定した色名などを使用する。カテゴリーカル基本色はBerlin and Kayが言語学的に見出した11個の色名であり、white、black、red、green、yellow、blue、purple、pink、orange、gray、brownである（参考文献：“Basic Color Terms, Their Universality and Evolution”, University of California Press, Berkley, 1969）。これらの色名は多くの言語において共通に使われていて、かつ重複がない。そこで色空間の色カテゴリー特性を観察者からカラーネーミングで求める際、非常に有効な道具となる。記憶色は、空の青、草の緑、肌色など、現物を見なくても記憶のなかに保持されている色であり、これらは多くの人の間で共通している。したがって、記憶色は被写体が観察者の手元にない場合の色再現、つまり好ましい色再現を設計する際、重要な評価項目となる。さらに色名は多分に文化的影響から生まれているため、各観察者ごとに最適な色名を使うことも重要である。そこで、観察者自身が色名を設定し、これに基づいて色カテゴリーカルな正規化を行うことも有効である。

## 【0018】

観察者のカラーネーミングの結果は、発信デバイスと受信デバイスのガマットの違いを反映し、かつ色彩情報の入出力特性の違いも含んでいる。したがってデバイスモデルではカバーしきれないすべての要因がカラーネーミングに反映され、より観察者に対して最適な色域マッピングを設計できる。また照明や背景視野などの観察条件の違いも観察者によるカラーネーミングの結果に反映される。したがって、本発明は視覚系の順応状態の違いなどに起因する色の見えを制御でき、見た目に一致して見える色のペアを探し出す対応色予測を実現できる。

## 【0019】

発信デバイスから受信デバイスへのマッピングは同一色カテゴリー間で実施する

。具体的には同一色カテゴリの重心（重心制御点）どうしをマッピングし、またガマツト表面に設けられた制御点（表面制御点）を同一色カテゴリ間でマッピングする。重心制御点と表面制御点以外の色は、発信デバイスの色空間において入力点が重心制御点及び表面制御点と持つ位置関係に基づいて重心制御点のスケーリング情報と表面制御点のスケーリング情報を重み付けして求める。重心制御点と表面制御点がともに測色的に一致していれば、発信デバイスから受信デバイスへのマッピングは色カテゴリカルな特性を絶対的に保持できる。重心制御点と表面制御点とともに相対的に一致する関係（たとえばCIEXYZ三刺激値のYが視感反射率の場合）を持っていれば、発信デバイスから受信デバイスへのマッピングは色カテゴリカルな特性を相対的に保持できる。さらに重心制御点は絶対的に一致し、表面制御点は相対的に一致するなら、色空間の一部は色カテゴリカルな特性が絶対的に保持されてマッピングが行われ、その他の領域は色カテゴリカルな特性が相対的に保持されてマッピングが行われる。

#### 【0020】

なお発信デバイスの表面制御点を1次色、2次色、ホワイト、ブラックに設けた場合、受信デバイスの表面制御点を観察者によるカラーマッチング実験で求めるとき、テスト色は受信デバイスのガマツトのカスプ（Cusp:デバイスガマツトのうち、彩度の最も高い尖った部分）付近に求まることが多い。なぜならば、デバイスガマツトの形状の違いから、発信デバイスと受信デバイスの間で同じ色が見つからないときは、色相、彩度、明度のそれぞれを調節して、誤差を適当に分配することになる。従って、マッピング点は受信デバイスでもカスプを離れることは考えづらく、かつ明度と彩度に関しては、発信デバイスのカスプと受信デバイスのカスプの間に求まる可能性が高い。そこで観察者を用いた等色実験のテスト色を発信デバイスのカスプと受信デバイスのカスプの間から供給することによって、無駄を少なくして、等色実験を実施することができる。

#### 【0021】

以上、本発明によれば、色カテゴリカル特性の観点から色属性と色再現性の関係を定量的に把握した上で色域マッピングの方法を設計し、かつ様々な観察条件下で対応色を高精度に予測するための色空間正規化方法、並びに色情報交換及び

装置を実現できる。

【0 0 2 2】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項 1 に記載の発明は、観察者の色カテゴリーカルな知覚情報に基づいて色空間を正規化する色空間正規化方法であり、色属性と色再現性の関係を色カテゴリーの観点から定量的に把握して色域マッピングの方法を設計でき、かつ観察条件の異なる画像の色再現性の向上などを実現できるという作用を有する。

【0 0 2 3】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 記載の色空間正規化方法において、観察者の色カテゴリーカルな知覚情報は、カテゴリーカル基本色を用いてモデル化することを特徴とするもので、色空間内に欠落や重複なく色カテゴリーカルな特性を記述できるという作用を有する。

【0 0 2 4】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 記載の色空間正規化方法において、観察者の色カテゴリーカルな知覚情報は、記憶色を用いてモデル化することを特徴とするもので、好ましい色再現の良し悪しを大きく左右する記憶色を優先的に制御して色再現性を効率的に高めるという作用を有する。

【0 0 2 5】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 記載の色空間正規化方法において、観察者の色カテゴリーカルな知覚情報は、観察者が設定した色名を用いてモデル化することを特徴とするもので、観察者固有の色カテゴリーカル特性に則って観察者固有の色再現性を高めることができるという作用を有する。

【0 0 2 6】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 記載の色空間正規化方法において、色空間の正規化は、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から重心ベクトルと分散共分散ベクトルを算出し、前記重心ベクトルと分散共分散ベクトルを用いて色空間を正規化することを特徴とするもので、観察者の色カテゴリーカルな特性をカラーネーミングによって収集し、カラーネーミングに基づいて分類された各データ群を同じ大きさの球体に変換して色空間の正規化を実現するという



作用を有する。

【0027】

請求項6に記載の発明は、請求項5記載の色空間正規化方法において、観察者のカラーネーミングは、カテゴリカル基本色を用いて観察者が色名を応答することを特徴とするもので、カラーネーミングデータはカテゴリカル基本色に従って分類され、重心ベクトルと分散共分散ベクトルはカテゴリカル基本色の単位で色空間を正規化し、色空間内に欠落や重複なく色カテゴリカルな特性を記述できるという作用を有する。

【0028】

請求項7に記載の発明は、請求項5記載の色空間正規化方法において、観察者のカラーネーミングは、記憶色を用いて観察者が色名を応答することを特徴とするもので、カラーネーミングデータは記憶色に従って分類され、重心ベクトルと分散共分散ベクトルは記憶色の単位で色空間を正規化を実現し、好ましい色再現の良し悪しを大きく左右する記憶色を優先的に制御して色再現性を効率的に高めるという作用を有する。

【0029】

請求項8に記載の発明は、請求項5記載の色空間正規化方法において、観察者のカラーネーミングは、観察者が設定した色名を用いて観察者が色名を応答することを特徴とするもので、カラーネーミングデータは観察者が設定した色名に従って分類され、重心ベクトルと分散共分散ベクトルは観察者が設定した色名の単位で色空間を正規化し、観察者固有の色カテゴリカル特性に則って観察者固有の色再現性を高めることができる作用を有する。

【0030】

請求項9に記載の発明は、請求項2または6記載の色空間正規化方法において、カテゴリカル基本色は、赤、茶、ピンク、オレンジ、黄、緑、青、紫、白、灰色、あるいは黒のいずれかであることを特徴とするもので、重心ベクトルと分散共分散ベクトルは赤、茶、ピンク、オレンジ、黄、緑、青、紫、白、灰色、あるいは黒のいずれかの単位で色空間を正規化し、色空間内に欠落や重複なく色カテゴリカルな特性を記述できるという作用を有する。

## 【 0 0 3 1 】

請求項 1 0 に記載の発明は、発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリカルな入出力特性を絶対的に保持することを特徴とするもので、マッピング対が同一色カテゴリの特性を絶対的に保持するために、絶対的測色マッチングや白色点の違いなどから互換性を持たない測色値を色の見えが絶対的に一致するようにマッピングが制御できるという作用を有する。

## 【 0 0 3 2 】

請求項 1 1 に記載の発明は、発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリカルな入出力特性を相対的に保持することを特徴とするもので、マッピング対が同一色カテゴリの特性を相対的に保持するために、相対的測色マッチングや白色点の違いなどから互換性を持たない測色値を色の見えが相対的に一致するようにマッピングが制御できるという作用を有する。

## 【 0 0 3 3 】

請求項 1 2 に記載の発明は、発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリカルな入出力特性の一部を絶対的に保持し、その他を相対的に保持するもので、マッピング対の一部が同一色カテゴリの特性を絶対的に保持するために、絶対的測色マッチングや白色点の違いなどから互換性を持たない測色値を色の見えが絶対的に一致するようにマッピングが制御でき、かつマッチング対の残りが同一色カテゴリの特性を相対的に保持するために、相対的測色マッチングや白色点の違いなどから互換性を持たない測色値を色の見えが相対的に一致するようにマッピングが制御できるという作用を有する。

## 【 0 0 3 4 】

請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 1 0 から請求項 1 2 のいずれかに記載の色情報交換方法において、色カテゴリカルな入出力特性は、発信デバイスの色空間内に設置した制御点を受信デバイスの色空間内に設置した制御点にマッピングすることによって発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリカルな入出力特性を保持することを特徴とするもので、色カテゴリカルな特性の保持を実現するマッピング方法を幾何学的に特定するという作用を有する。

## 【 0 0 3 5 】

請求項 1 4 記載の発明は、請求項 1 3 記載の色情報交換方法において、色空間内に設置した制御点は、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色知覚情報を与えるという作用を有する。

## 【 0 0 3 6 】

請求項 1 5 記載の発明は、請求項 1 3 記載の色情報交換方法において、色空間内に設置した制御点は、デバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法にデバイスの色域形状情報を与えるという作用を有する。

## 【 0 0 3 7 】

請求項 1 6 記載の発明は、請求項 1 3 記載の色情報交換方法において、色空間内に設置した制御点の一部が、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルであり、かつ残りの制御点がデバイス色域表面、あるいは表面付近に設けられていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色知覚情報とデバイスの色域形状情報を与えるという作用を有する。

## 【 0 0 3 8 】

請求項 1 7 記載の発明は、請求項 1 3 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が、測色的に一致していることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に測色マッチングの効果を与えるという作用を有する。

## 【 0 0 3 9 】

請求項 1 8 記載の発明は、請求項 1 3 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点が、色の見えとして一致していることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に色の見えマッチングの効果を与えるという作用を有する。

## 【 0 0 4 0 】

請求項 1 9 記載の発明は、請求項 1 3 記載の色情報交換方法において、発信デ

バイスの色空間内に設置した制御点の一部が、受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と測色的に一致し、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点が受信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と色の見えとして一致していることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に測色マッチングの効果と色の見えマッチング効果を与えるという作用を有する。

【0041】

請求項 20 記載の発明は、請求項 13 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の測色的距離が、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に測色的違いを最小化する効果を与えるという作用を有する。

【0042】

請求項 21 記載の発明は、請求項 13 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の色の見えの違いが、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法に色の見えの違いを最小化する効果を与えるという作用を有する。

【0043】

請求項 22 記載の発明は、請求項 13 記載の色情報交換方法において、発信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部と受信デバイスの色空間内に設置した制御点の一部の測色的距離が、発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化され、かつ発信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点と受信デバイスの色空間内に設置したその他の制御点の色の見えの違いが発信デバイスと受信デバイスの色再現範囲内において最小化されていることを特徴とするもので、幾何学的に設計されたマッピング方法の一部に測色的違いを最小化する効果を与え、その他に色の見えの違いを最小化する効果を与えるという作用を有する。

【0044】

請求項 2 3 記載の発明は、請求項 1 7 から請求項 2 2 のいずれかに記載の色情報交換方法において、色の見えが一致する制御点、あるいは色の見えの違いが最小化された制御点を求める際に、発信デバイスと受信デバイスの色域のカスプの間にある色をテスト色として観察者に与え、観察者が特定した色を受信デバイスの重心制御点あるいは表面制御点に用いることを特徴とするもので、短時間で色の見えが一致する色あるいは色の見えの違いが最も小さい色を特定できるという作用を有する。

## 【0 0 4 5】

請求項 2 4 記載の発明は、観察者のカラーネーミングに基づいて分類された色情報から算出された重心ベクトルを用いて、発信デバイスと受信デバイス間で重心制御点をマッピングし、マッピングされた点をデバイス色域表面、あるいはデバイス色域表面付近にある表面制御点を発信デバイスと受信デバイス間でマッピングして、発信デバイスから受信デバイスへの色情報交換を実行することを特徴とするもので、発信デバイスと受信デバイス間で重心制御点間のマッピングを重心マッピングオペレータが担当し、表面制御点間のマッピングをダイナミックレンジマッピングオペレータが担当して、色カテゴリーカルな特性を保持したマッピングを実現するという作用を有する。

## 【0 0 4 6】

請求項 2 5 記載の発明は、請求項 2 4 記載の色情報交換方法において、重心のマッピングは、発信デバイスにおける重心ベクトル間の距離を受信デバイスにおける重心ベクトル間の距離に変換するスケーリング係数を算出し、かつ前記スケーリング係数を入力点の位置に応じて重み付けしてマッピング点を決定することを特徴とするもので、任意の入力色に対して重心マッピングが機能する具体的方法を特定して色カテゴリーカルな特性を保持したマッピングを実現するという作用を有する。

## 【0 0 4 7】

請求項 2 6 記載の発明は、請求項 2 4 記載の色情報交換方法において、表面制御点のマッピングが、重心マッピングによってマッピングされた発信デバイスの表面制御点を受信デバイスの表面制御点に再マッピングされるようにスケーリング

係数を算出し、かつ前記スケーリング係数を入力点が重心制御点及び表面制御点と持つ位置関係に応じて重み付けしてマッピング点を決定することを特徴とするもので、重心マッピングオペレータがマッピングした任意のマッピング点に対してダイナミックレンジマッピングオペレータの再マッピングが色域情報を付加し、色カテゴリーカルな特性を保持したマッピングを実現するという作用を有する。

## 【 0 0 4 8 】

請求項 2 7 記載の発明は、請求項 2 6 記載の色情報交換方法において、重心制御点及び表面制御点と持つ位置関係に応じた重み付けが、入力ベクトルと重心ベクトルが持つ距離の逆数の比によって与えられることを特徴とするもので、重心制御点間が持つ重心マッピングオペレーションの情報を任意点で内挿するという作用を有する。

## 【 0 0 4 9 】

請求項 2 8 記載の発明は、請求項 2 6 記載の色情報交換方法において、重心制御点及び表面制御点と持つ位置関係に応じた重み付けが、入力ベクトルと重心制御点が持つ距離の逆数、および表面制御点と持つ距離の逆数の比によって与えられることを特徴とするもので、表面制御点間が持つダイナミックレンジマッピングオペレーションの情報を任意点で内挿するという作用を有する。

## 【 0 0 5 0 】

請求項 2 9 記載の発明は、発信デバイス上に色刺激を呈示して、前記色刺激の色名を観察者が応答した結果を格納した発信デバイス用カラーネーミングデータベースと、受信デバイス上に色刺激を呈示して、前記色刺激の色名を観察者が応答した結果を格納した受信デバイス用カラーネーミングデータベースと、前記発信デバイス用カラーネーミングデータベースから観察者の色名応答結果を呼び出して、各色名ごとに発信デバイスから与えられる入力色ベクトルから前記重心ベクトルまでの距離を正規化する発信デバイス用色情報正規化部と、前記発信デバイス用色情報正規化部が出力した正規化距離を発信デバイスと受信デバイスの色空間内に設置した重心制御点どうしがマッピングされるようにマッピング点を決める重心マッピング制御部と、前記重心マッピング制御部が出力した正規化距離を発信デバイスと受信デバイスの色空間内に設置した表面制御点どうしがマッピ

ングされるようにマッピング点を決めるダイナミックレンジマッピング制御部と、前記ダイナミックレンジマッピング制御部が出力した目標正規化距離を持つ色を受信色空間内で探索する目標正規化距離探索部とを備えたことを特徴とするもので、色属性と色再現性の関係を色カテゴリの観点から定量的に把握して色域マッピングの方法を設計でき、かつ観察条件の異なる画像の色再現性の向上などを実現できるという作用を有する。

【0051】

以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

【0052】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1におけるCRTディスプレイの画像をプリンタに出力する際を例としたカラーマネージメントシステムの構成を示し、以下に説明する。

【0053】

図1において、色情報交換装置101はCRTディスプレイ102を駆動する画像表示装置103から発信デバイスの色情報を取得してプリンタ104に出力するためにプリンタ駆動装置105に色情報を送出する。画像表示装置103はCRTディスプレイ用プロファイル106に記述されているCRTディスプレイの入出力特性に基づいてCRTディスプレイ102に測色的に適切なドライブ信号を与える。一方、プリンタ駆動装置105はプリンタ用プロファイル107に記述されているプリンタの入出力特性に基づいてプリンタ104に測色的に適切なドライブ信号を与える。

【0054】

色情報交換装置101の内部構成を図2に示す。CRTディスプレイに表示された色の測色値が色情報入力部201から入力される。発信デバイス用カラーネーミングデータベース202にはCRTディスプレイ上に呈示された色の色名を観察者が応答した結果が格納されていて、発信デバイス用色情報正規化部203は色名ごとに重心ベクトルと分散共分散ベクトルを算出する。さらに発信デバイス用色情報正規化部203は前記重心ベクトルと前記分散共分散ベクトルに基づいて

CRTディスプレイの測色値と前記重心ベクトル間の正規化距離を計算する。前記正規化距離は重心マッピング制御部 2 0 4 とダイナミックレンジマッピング制御部 2 0 5 を経て目標正規化距離へ変換され、目標正規化距離探索部 2 0 6 へ与えられる。前記目標正規化距離探索部 2 0 6 では、複数のプリント色の色名を観察者が応答した結果が格納されている受信デバイス用カラーネーミングデータベース 2 0 7 から各色名ごとに重心ベクトルと分散共分散ベクトルを計算し、出力候補色と受信デバイス色空間内の重心ベクトルとの正規化距離を計算して目標正規化距離を持つ測色を見つけ出す。見つけ出された測色値は色情報出力部 2 0 8 からプリンタ測色値として出力される。

## 【 0 0 5 5 】

カラーマネージメントシステムでは、CRTディスプレイ 1 0 2 とプリンタ 1 0 4 の色域の違いを考慮して色域マッピングを実行する必要があり、さらに照明の色温度の違いについても考慮しなければならない。

## 【 0 0 5 6 】

まず、CRTディスプレイとプリンタの色表示範囲について説明する。

## 【 0 0 5 7 】

図 3 は、CRTディスプレイの色表示範囲とプリンタの色表示範囲の一例である。図 3 (a) は、CIELAB 色空間の  $a^*-b^*$  面への投影図であり、3 0 1 は CRT ディスプレイの色域境界を、3 0 2 は プリンタの色域境界を示す。図 3 (b) は横軸に彩度  $C^*$  を縦軸に明度  $L^*$  を取った色相角 0 度での切断面であり、3 0 3 は CRT ディスプレイの色域境界を、3 0 4 は プリンタの色域境界を示す。全般的に CRT ディスプレイの方が色表示範囲が広く、CRT ディスプレイの画像をプリンタに出力する場合は色域マッピングが必要になることが理解できる。

## 【 0 0 5 8 】

次に、照明の色温度の違いであるが、CRTディスプレイの典型的な白色点色温度は 9300K であり、プリントを観察する標準観測条件 IS013655 の 5000K と異なることが常である。実用上は室内灯の色温度が 5000K に一致することは希であり、また CRT ディスプレイは室内灯下で観察することが多いため、CRT ディスプレイ自身が発する光と室内灯の光が混合される都合上、任意の色温度に対する対応が必要



とある。このような意味合いで、CRTディスプレイとプリンタの間で測色値の互換性が保たれないケースが多く、したがって対応色予測が必須となる。

#### 【 0 0 5 9 】

これらの課題を解決する本発明の具体的な方法を説明する。

#### 【 0 0 6 0 】

図4は、観察者を用いたカテゴリカルカラーネーミングの結果である。CIELAB空間でランダムに3次元ベクトルを発生させ、色再現範囲に入った3次元ベクトルをテスト色としてカラーネーミングを行った。色名には、以下の11個を使用し、観察者はこのうちのひとつを用いて色名を答えた。

1. white(shiro)
2. black(kuro)
3. red(aka)
4. green(midori)
5. yellow(ki)
6. blue(ao)
7. purple(murasaki)
8. pink(momo)
9. orange(daidai)
10. gray(hai)
11. brown(cha)

図4には、redと答えた色（黒点）とpinkと答えた色（白点）のみがCIELAB色空間のa\*-b\*面にプロットされている。図4(a)は、CRTディスプレイ上の色でのネーミング結果であり、図4(b)はプリントした色でのネーミング結果である。図4(a)と図4(b)を比較すると、両デバイスが共有する色域内においても色カテゴリカルな分布の違いがあり、CIELAB値をそのまま、CRTディスプレイからプリンタに渡した場合、色カテゴリカルなミスマッチングが発生することが理解できる。たとえば、CRTディスプレイ上の色401とプリント上の色402は同じCIE

LAB値を持つ色であるが、CRTディスプレイ上では「red」と知覚され、プリント上では「pink」と知覚されている。したがってCRTディスプレイのCIELAB値をそのままプリンタへ与えるとマッピングされる色の対が異なる色名を持ってしまい色再現性低下を引き起こすことが理解できる。したがって、マッピング対が同じ色名を持つようにマッピングを制御することは、色再現性向上の鍵となる。

## 【0061】

図5は、Kellyが示した色の領域である（参考文献：「色彩工学の基礎」P110、池田光男著）。全可視光域の光を23の色領域に区分している。また、図6にMacAdamが調べた色弁別楕円（参考文献：「色彩工学の基礎」P137、池田光男著）を示す。2°の二分視野（48cd/m<sup>2</sup>）を標準光源C（24cd/m<sup>2</sup>）が取り囲むような刺激呈示で求めた色弁別楕円で、楕円内の色はすべて同じ色に見えることを表わす（ただし、結果を見やすくするため、楕円の大きさは実際のものの10倍で表示してある）。

## 【0062】

この結果から、ある色のまとまり、たとえばKellyが用いた「緑」や「黄味緑」、「青味緑」などの色のまとまりは、それぞれ楕円形状を持っていると予想できる。そしてKellyが求めた色領域の境界線は図7に示すようにそれぞれの楕円の交線であると予測できる。図7において、701は「緑」と知覚される色のまとまりを表わし、702は「黄味緑」と知覚される色のまとまりを表わし、703は「青味緑」と知覚される色のまとまりを表わし、704は「緑」と「黄味緑」の知覚の境界を表わし、705は「緑」と「青味緑」の知覚の境界を表わし、706はCRTディスプレイの色表示限界を表わす。

## 【0063】

以上の考え方から本発明は、CRTディスプレイとプリンタの色空間をともに被験者が知覚する色によって複数の色カテゴリに分類し、同一の色カテゴリ間でマッピング点を決定する。そこで、まずCRTディスプレイとプリンタの両色空間の色カテゴリカルな特性を把握しなければならない。色空間内の代表色を被験者に呈示し、カラーネーミングによって複数の色カテゴリへの分類を実行させ、同一色カテゴリに分類された色信号データ群ごとに色カテゴリカルに正規化した

距離を用いてマッピング制御を行う。正規化距離は以下の式で求める。

【0 0 6 4】

【数 1】

$$D_i = \sqrt{(\mathbf{X} - \mu_i)' \Sigma_i^{-1} (\mathbf{X} - \mu_i)} \quad (1)$$

ここで  $|\Sigma_i|$  は色カテゴリ  $i$  の分散共分散ベクトル  $\Sigma_i$  の行列式を、 $\Sigma_i^{-1}$  は分散共分散ベクトル  $\Sigma_i$  の逆行列をそれぞれ表わす。 $D_i$  は色カテゴリ  $i$  の重心から色ベクトル  $\mathbf{X}$  までの距離で、色名  $i$  と名づけられた色データ群の広がりを表す分散共分散ベクトル  $\Sigma_i$  で正規化された距離である。色ベクトル  $\mathbf{X}$  を

【0 0 6 5】

【数 2】

$$\mathbf{X} = [x_1 \ x_2 \ x_3] \quad (2)$$

とし、色カテゴリ  $i$  の重心ベクトル  $\mu_i$  を

【0 0 6 6】

【数 3】

$$\mu_i = [\mu_1 \ \mu_2 \ \mu_3]' \quad (3)$$

とすると、色カテゴリ  $i$  の分散共分散ベクトル  $\Sigma_i$  は

【0 0 6 7】

【数 4】

$$\Sigma_i = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{bmatrix}_i \quad (4)$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - \mu_1)^2 & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - \mu_1)(x_{i2} - \mu_2) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - \mu_1)(x_{i3} - \mu_3) \\ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i2} - \mu_2)(x_{i1} - \mu_1) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i2} - \mu_2)^2 & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i2} - \mu_2)(x_{i3} - \mu_3) \\ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i3} - \mu_3)(x_{i1} - \mu_1) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i3} - \mu_3)(x_{i2} - \mu_2) & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i3} - \mu_3)^2 \end{bmatrix}_i$$

で与えられる。ここで  $n$  は色信号データ群の要素数を表わす。カラーネーミングに  $q$  個の色名を用いた場合、色ベクトル  $X$  は  $q$  個の正規化距離を持つことになる。

【0 0 6 8】

正規化距離は、色カテゴリの広がりを加味しているため、正規化距離の比較で被験者が色ベクトル  $X$  を何色と知覚しているかを推定することができる。つまり、色カテゴリ red に対する正規化距離が色カテゴリ pink に対する正規化距離より小さければ、被験者は色ベクトル  $X$  を pink より red と知覚している可能性が高いと判断できる。図 4 にあるように、色カテゴリ red は色カテゴリ pink にくらべて分布範囲が狭い。そこで、CIELAB 空間のユークリッド距離をそのまま使って距離比較すると色カテゴリ red は過小評価され、距離と観察者の色カテゴリカル知覚の関係がうまく結びつかない。一方、正規化距離は分散共分散行列によって色カテゴリの3次元的な広がりの違いを吸収しているため、距離と観察者の色カテゴリカル知覚との対応が取れている。これが正規化距離を用いる利点である。

【0 0 6 9】

重心ベクトル  $\mu_i$  と分散共分散ベクトル  $\Sigma_i$  を求める観察実験は図 8 のように行なう。CRT ディスプレイあるいはプリンタの出力プリント 8 0 1 上にテスト刺激のカラーパッチ 8 0 2 を呈示し、被験者 8 0 3 はこれを見て、複数の色名を用いてカラーネーミングを行う（8 0 4 は被験者の応答を計算機へ入力する応答操作を示す）。

【 0 0 7 0 】

カラーネーミングに用いる色名は、色再現の目的に応じて選択的に設定すると効果的である。たとえば、画像機器が持つ色空間全体において色カテゴリーカル特性を記述する場合はBerlin and Kayが見出した以下の 1 1 個の基本色名（参考文献；「Basic Color Terms. Their Universality and Evolution」, Univ. of California Press, Berkley, 1969）が有効である。

1. white(shiro)
2. black(kuro)
3. red(aka)
4. green(midori)
5. yellow(ki)
6. blue(ao)
7. purple(murasaki)
8. pink(momo)
9. orange(daidai)
- 1 0. gray(hai)
- 1 1. brown(cha)

これら 1 1 個の基本色名は、1 0 0 種近くの言語を調べ、発達した言語ならばどの言語でも共通した 1 1 個のカテゴリーカルな基本色名があることから導き出された。Crawfordは、基本色名の定義を以下のようにまとめた（参考文献；「Defining basic color terms」, Anthropol Linguist, 24, 338-343, 1982年）。

1. すべての人の語彙に含まれること。
2. 人によらず、使うときによらず安定して用いられること。
3. その意義が他の単語に含まれないこと。
4. 特定の対象物にしか用いられないことがないこと。

また、内川は、日本語の 1 1 個の基本カテゴリ色を導出した（参考文献；「色のカテゴリカル知覚と記憶」，第 7 回色彩工学コンファレンス，1990 年）。このように色カテゴリカル基本色を用いれば、画像機器が持つ色空間全体に渡って過不足なく色名を答えることができる。

#### 【0 0 7 1】

色再現性を決める大きな要因のひとつ、「記憶色」の制御に重きを置く場合は、色名に記憶色を用いると有効である。色名を設定するということは幾何学的に見ると、色空間内に重心を設定することに値する。そこで、空の青や草の緑などの記憶色を色名に用いた場合、色再現上、重要な記憶色を起点にマッピング点が制御されるため、色再現性の向上が見こまれる。また観察者がテスト画像を見て知覚した色名をカラーネーミングに用いた場合は、画像ガマットに重きを置いてマッピング制御できるため、デバイスガマット全体を網羅する場合に比べてより無駄のない適切な色情報交換が実現できる。

#### 【0 0 7 2】

以上、カラーネーミングに使用する色名に「カテゴリカル基本色名」、「記憶色」そして「観察者が知覚した色」を用いた場合の有効性を説明したが、本発明は本実施形態に制限されるものでなく、色カテゴリの設定方法は任意であることを特筆しておく。

#### 【0 0 7 3】

次に CRT ディスプレイの色空間の色カテゴリカル特性を保持しながらプリンタの色空間へマッピングを実行する方法を図 9 において詳細に説明する。色カテゴリの数は、便宜上 9 つとしておく（色名 White、Black、Gray は色味を持たない無彩色であるため、ひとつのカテゴリ Achromatic にまとめると色カテゴリは 9 つとなる）。

#### 【0 0 7 4】

まず、CRT ディスプレイのドライブ信号を入力し（S 9 0 1）、前記 CRT ディスプレイのドライブ信号を発光色の測色値に変換する（S 9 0 2）。発光色の測色値を都度測色するのは非効率的であるため、IEC TC100 / PT61966 (Colour Management and Measurement in Multimedia systems and Equipment) などが提案する

デバイスモデルを使ってドライブレベルから測色値を推定するのが常である。

#### 【0075】

カラーネーミングによって予め求められたCRTディスプレイの重心ベクトル $\mu_{s,i}$ と分散共分散ベクトル $\Sigma_{s,i}$ を入力し（S903）、さらにプリンタの重心ベクトル $\mu_{d,i}$ と分散共分散ベクトル $\Sigma_{d,i}$ を入力する（S904）。処理S902で求めたCRTディスプレイの測色値は、CRTディスプレイの重心ベクトル $\mu_{s,i}$ と分散共分散ベクトル $\Sigma_{s,i}$ を用いて（数1）により9つの色カテゴリの重心ベクトルに対して正規化距離が算出される（S905）。

前記9つの正規化距離は、重心マッピングオペレータで中間正規化距離に変換され（S906）、さらにダイナミックレンジマッピングオペレータによって最適なマッピング点を持つべき目標正規化距離に変換される（S907）。S907の処理により、発信デバイスの色は9つの正規化距離として受信デバイスにマッピングされたことになる。

#### 【0076】

次は、プリンタの色空間内で目標正規化距離を持つ測色値を探索する（S908）。探索された測色値を印刷するようなドライブレベルをプリンタのデバイスモデルで算出し（S909）、前記ドライブ信号を受信デバイスであるプリンタに出力する（S910）。

次に、処理S906の重心マッピングオペレータと処理S907のダイナミックレンジマッピングオペレータについて詳細に説明する。

#### 【0077】

処理S906の重心マッピングオペレータは、CRTディスプレイの重心ベクトルとプリンタの重心ベクトルの位置関係に基づいてCRTディスプレイの正規化距離を中間正規化距離に一旦変換し、ダイナミックレンジマッピングオペレータはガマット表面あるいはガマット表面付近に設けられた表面制御点のマッピング情報に基づいて中間正規化距離を目標正規化距離に変換する。（数5）はCRTディスプレイの正規化距離ベクトル $D_s$ を重心マッピングオペレータ $V$ とダイナミックレンジマッピングオペレータ $R$ で目標正規化距離ベクトル $D_t$ に変換する。

#### 【0078】

【数 5】

$$\begin{aligned}
 D_t &= RVD_s \\
 \Leftrightarrow \begin{bmatrix} D_{t,1} \\ D_{t,2} \\ \vdots \\ D_{t,9} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} F + (1-F)U_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & F + (1-F)U_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & F + (1-F)U_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & V_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & V_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{s,1} \\ D_{s,2} \\ \vdots \\ D_{s,9} \end{bmatrix} \\
 \Leftrightarrow D_t &= RD_{b,t} \\
 \Leftrightarrow \begin{bmatrix} D_{t,1} \\ D_{t,2} \\ \vdots \\ D_{t,9} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} F + (1-F)U_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & F + (1-F)U_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & F + (1-F)U_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{b,t,1} \\ D_{b,t,2} \\ \vdots \\ D_{b,t,9} \end{bmatrix} \quad (5)
 \end{aligned}$$

重心マッピングオペレータ  $V$  で CRT ディスプレイ の正規化距離ベクトル  $D_s$  を変換した距離ベクトル  $D_{b,t}$  が中間正規化距離ベクトルである。

【 0 0 7 9 】

重心マッピングオペレータ  $V$  の要素  $V_1, V_2, \dots, V_9$  は (数 6) によって与えられる。

【 0 0 8 0 】

【数 6】

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_9 \end{bmatrix} &= \Phi \begin{bmatrix} w_{v,1} \\ w_{v,2} \\ \vdots \\ w_{v,9} \end{bmatrix} \\
 &= w_{v,1} \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{21} \\ \vdots \\ v_{91} \end{bmatrix} + w_{v,2} \begin{bmatrix} v_{12} \\ v_{22} \\ \vdots \\ v_{92} \end{bmatrix} + \cdots + w_{v,9} \begin{bmatrix} v_{19} \\ v_{29} \\ \vdots \\ v_{99} \end{bmatrix} \quad (6)
 \end{aligned}$$

ここで、 $\Phi$  は、重心マッピングスケーリング係数行列と呼ばれ、(数 7) で与えられる。また、 $w_v$  は重心マッピングスケーリング係数用の重み付け行列であり、(数 8) で与えられる。

【 0 0 8 1 】



【数 7】

$$\phi = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{19} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{29} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{91} & v_{92} & \cdots & v_{99} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$v_{lm} = \begin{cases} \frac{N_{d,lm}}{N_{s,lm}} & (l \neq m) \\ 0 & (l = m) \end{cases} \quad l, m = 1, 2, \dots, 9$$

【0 0 8 2】

【数 8】

$$w_{v,j} = \frac{\frac{1}{D_{s,j}}}{\sum_{j=1}^9 \frac{1}{D_{s,j}}} \quad (8)$$

if  $D_{s,j} = 0$  then  $w_{v,j} = 1, w_{v,k \neq j} = 0$   
 if  $D_{s,k \neq j} = 0$  then  $w_{v,j} = 0, w_{v,k \neq j} = 1, w_{v,j \neq k} = 0$

重心マッピングスケーリング係数行列 $\Phi$ は、CRTディスプレイの重心をプリンタの同一色カテゴリの重心にマッピングするオペレータである。幾何学的にはCRTディスプレイが持つ9つの重心の互いの位置関係をプリンタが持つ9つの重心の互いの位置関係に置きかえる役割を持つ。重心マッピングスケーリング係数行列 $\Phi$ の要素 $v_{lm}$ は、CRTディスプレイの色空間で色カテゴリ $l$ の重心から色カテゴリ $m$ の重心を見た正規化距離 $N_{s,lm}$ をプリンタの色空間で色カテゴリ $l$ の重心から色カテゴリ $m$ の重心を見た正規化距離 $N_{d,lm}$ に変換するスケーリング係数である。重心マッピングスケーリング係数行列 $\Phi$ は、9つの色カテゴリすべての組み合わせに対するスケーリング係数を持つため、CRTディスプレイ色空間内の重心ベクトルはすべて同一色カテゴリの重心点にマッピングされる。ただし、(数7)に示すように、自身の距離に対するスケーリング係数( $l = m$ のとき)は0とする。

【0 0 8 3】

重心以外に対する重心マッピングのオペレーションは、重心が持つマッピング情報を色ベクトル $X$ と重心ベクトル $\mu$ との位置関係に応じて内挿して実行する。

(数 6) において、重心マッピングスケーリング係数行列 $\Phi$ の縦ベクトル要素 $[v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{gi}]$ は色カテゴリ $i$ において重心点間のマッピングを実現するスケーリング係数であり、これらを重み付け係数 $w_{v,i}$ で重み付けする。重み付け係数 $w_{v,i}$ は、(数 8) に示すように、色ベクトル $X$ が 9 つの色カテゴリの重心点と持つ正規化距離の逆数の和に対する色カテゴリ $i$ の重心点と持つ正規化距離の逆数との割合で定義される。従って、色ベクトル $X$ に近い色カテゴリの重心ほどスケーリング係数が重視され、色ベクトル $X$ に遠い色カテゴリの重心ほどスケーリング係数が軽視される。

【 0 0 8 4 】

以上、重心マッピングオペレータ $V$ は、(数 6) から (数 8) によって与えられ、CRTディスプレイの正規化距離ベクトル $D_s$ を中間正規化距離ベクトル $D_{b,t}$ に変換する。

【 0 0 8 5 】

次に、処理 S 9 0 7 のダイナミックレンジマッピングオペレータ $R$ について詳細に説明する。(数 5) に示したように、ダイナミックレンジマッピングオペレータ $R$ は中間正規化距離ベクトル $D_{b,t}$ を目標正規化距離ベクトル $D_t$ に変換する。その機能は、重心マッピングオペレータ $V$ によって重心間のマッピングのみが施された中間正規化距離ベクトル $D_{b,t}$ にさらに、発信デバイス (CRTディスプレイ) と受信デバイス (プリンタ) のガマット形状の違いを組み入れるもので、ダイナミックレンジ変換に値する。ダイナミックレンジマッピングオペレータ $R$ は、(数 5) に示すように、発信デバイスと受信デバイスのダイナミックレンジを対応させるダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ と、前記ダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ の働きを抑える抑制係数 $F$ とからなる。

【 0 0 8 6 】

まず、ダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ から詳細に説明する。ダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ を設計するために表面制御点を定義する。表面制御点は、デバイス色域の表面あるいはデバイス色域表面付近に設定し、ダイナミックレンジマッピ

ングのマッピング目標として機能する。ここでは、説明を容易にするために、8つの表面制御点を定義するが、本発明は本実施例の表面制御点の個数に制約されるものではなく、表面制御点の個数は任意に設定できることを特筆しておく。

【0087】

8つの表面制御点は、デバイスのデジタルカウントで定義し、1次色のR: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(255, 0, 0)、G: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(0, 255, 0)、B: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(0, 0, 255)と、2次色のY: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(255, 255, 0)、M: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(255, 0, 255)、C: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(0, 255, 255)、ホワイトW: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(255, 255, 255)、ブラックK: ( $d_r, d_g, d_b$ )=(0, 0, 0)とする。これら8点は、図9に示すように、デジタルカウント( $d_r, d_g, d_b$ )から形成される立方体のデバイス色域の8つの頂点に位置し、デバイス色域表面上にある。これらの表面制御点を発信デバイス(CRTディスプレイ)と受信デバイス(プリンタ)の両方に設定し、同じ色の表面制御点間でマッピングを実現するのがダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ である。したがって、ダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ は重心マッピングオペレータVによって一旦マッピングされた発信デバイス(CRTディスプレイ)の表面制御点を受信デバイス(プリンタ)の表面制御点へ再マッピングする機能を持つ。

ダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ は(数9)で与えられる。

【0088】

【数9】

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_9 \end{bmatrix} = \Psi \begin{bmatrix} w_{r,1} \\ w_{r,2} \\ \vdots \\ w_{r,8} \end{bmatrix} \\ = w_{r,1} \begin{bmatrix} \psi_{11} \\ \psi_{21} \\ \vdots \\ \psi_{91} \end{bmatrix} + w_{r,2} \begin{bmatrix} \psi_{12} \\ \psi_{22} \\ \vdots \\ \psi_{92} \end{bmatrix} + \cdots + w_{r,8} \begin{bmatrix} \psi_{18} \\ \psi_{28} \\ \vdots \\ \psi_{98} \end{bmatrix} \quad (9)$$

ここで $\Psi$ は、ダイナミックレンジマッピングスケーリング係数行列と呼ばれ、(

数 1 0) で与えられる。また  $w_r$  はダイナミックレンジマッピングスケーリング係数用の重み付け行列であり、(数 1 1) で与えられる。

【0 0 8 9】

【数 1 0】

$$\Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & \psi_{12} & \cdots & \psi_{18} \\ \psi_{21} & \psi_{22} & \cdots & \psi_{28} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \psi_{91} & \psi_{92} & \cdots & \psi_{98} \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\psi_{pq} = \frac{D_{d,a,c,pq}}{D_{d,a,b,pq}}, \quad p=1,2,\dots,9, \quad q=1,2,\dots,8$$

【0 0 9 0】

【数 1 1】

$$w_{r,j} = \frac{\frac{1}{E_{s,a,j}}}{\sum_{j=1}^8 \frac{1}{E_{s,a,j}}} \quad (11)$$

ここで  $p$  は、色カテゴリの種類を表し、 $q$  は表面制御点の種類を表す。ダイナミックレンジマッピングスケーリング係数行列  $\Psi$  は、CRTディスプレイの表面制御点をプリンタの同一色の表面制御点にマッピングするオペレータであり、重心どうしをマッピングする重心マッピングオペレータ  $V$  と幾何学的に同等に動作する。つまり、ダイナミックレンジマッピングスケーリング係数行列  $\Psi$  は CRT ディスプレイが持つ 8 つの表面制御点の互いの位置関係をプリンタが持つ 8 つの表面制御点の互いの位置関係に置きかえる。ダイナミックレンジマッピングスケーリング係数行列  $\Psi$  の要素  $\psi_{pq}$  は、CRT ディスプレイの色空間で色カテゴリ  $p$  の重心から見た色  $q$  の表面制御点までの中間正規化距離  $D_{d,a,b,pq}$  をプリンタの色空間で色カテゴリ  $l$  の重心から見た色  $m$  の表面制御点の中間正規化距離  $D_{d,a,c,pq}$  に変換するスケーリング係数である。ダイナミックレンジマッピングスケーリング係数行列  $\Phi$  は 9 つの色カテゴリと 8 つの表面制御点すべての組み合わせに対するスケーリング係数を持つため、CRT ディスプレイ色空間内の表面制御点はすべて同一色の表

面制御点にマッピングされる。ただし、(数 1 1) に示すように、自身の距離に対するスケーリング係数 ( $p = q$  のとき) は 0 とする。

## 【 0 0 9 1 】

表面制御点以外に対するダイナミックレンジマッピングのオペレーションは、表面制御点を持つマッピング情報を色ベクトル  $X$  と表面制御点との位置関係に応じて内挿して実行する。(数 9) において、ダイナミックレンジマッピングスケーリング係数行列  $\Psi$  の縦ベクトル要素  $[\phi_{1i}, \phi_{2i}, \dots, \phi_{gi}]$  は色カテゴリ  $i$  の重心点から表面制御点への中間正規化距離をスケーリングする係数であり、これらを重み付け係数  $w_{r,i}$  で重み付けする。重み付け係数  $w_{r,i}$  は、(数 1 1) に示すように、発信デバイスの色空間において色ベクトル  $X$  が 8 つの表面制御点と持つ CIELAB 空間内のユークリッド距離の逆数の和に対する色カテゴリ  $i$  の表面制御点と持つユークリッド距離の逆数との割合で定義される。従って、色ベクトル  $X$  に近い表面制御点ほどスケーリング係数が重視され、色ベクトル  $X$  に遠い表面制御点ほどスケーリング係数が軽視される。

## 【 0 0 9 2 】

次にダイナミックレンジマッピングオペレータ  $R$  のもうひとつの要素、抑制係数  $F$  について詳細に説明する。

## 【 0 0 9 3 】

ダイナミックレンジ補正係数  $U_i$  は、発信デバイス (CRT ディスプレイ) の表面制御点を受信デバイス (プリンタ) の表面制御点へマッピングするが、重心マッピングオペレータ  $V$  で受信デバイスの重心にマッピングされた発信デバイスの重心もダイナミックレンジマッピングオペレータ  $R$  によって再マッピングされ、受信デバイスの重心以外に移動してしまう。発信デバイスと受信デバイスの間で、重心どうしをマッピングし、表面制御点どうしをマッピングする設計方針を貫くには、重心マッピングオペレータ  $V$  で受信デバイスの重心に一旦マッピングされた色ベクトルは、ダイナミックレンジマッピングオペレータ  $R$  による再マッピングの影響を受けず、重心から動かないように制御しなくてはならない。

## 【 0 0 9 4 】

(数 5) で解釈し直すならば、色ベクトル  $X$  が発信デバイスの重心と一致した

場合は、重心マッピングオペレータVで変換された中間正規化距離ベクトル $D_{b,t}$ がそのまま目標正規化距離ベクトル $D_t$ になることに値する。従って、ダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ は色ベクトルXが発信デバイスの重心に一致した場合、全く効力を発揮せず、表面制御点に一致した場合は最大限に効力を発揮する必要がある。これを実現するには、色ベクトルXと発信デバイスの重心点との位置関係からダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ の効力を重み付けする必要がある。この機能を担うのが抑制係数Fであり、(数 1 2) で与えられる。

【0 0 9 5】

【数 1 2】

$$F = w_{m,1}f_1 + w_{m,2}f_2 + \dots + w_{m,9}f_9 \quad (12)$$

ただし、 $f_i$ は(数 1 3) で与えられ、 $w_{m,i}$ は(数 1 4) で与えられる。

【0 0 9 6】

【数 1 3】

$$f_i = \frac{\frac{1}{E_{s,m,i}}}{\sum_{j=1}^9 \frac{1}{E_{s,m,j}} + \frac{1}{E_{s,m,i}}} \quad (13)$$

if  $E_{s,m,i} = 0$  then  $f_i = 1$   
if  $E_{s,m,i} = 0$  then  $f_i = 0$

【0 0 9 7】

【数 1 4】

$$w_{m,i} = \frac{\frac{1}{D_{s,m,i}}}{\sum_{j=1}^9 \frac{1}{D_{s,m,j}}} \quad (14)$$

if  $D_{s,m,i} = 0$  then  $w_{m,i} = 1, w_{m,k \neq i} = 0$   
if  $D_{s,m,k \neq i} = 0$  then  $w_{m,i} = 0, w_{m,k \neq i} = 1, w_{m,i \neq k} = 0$

$E_{s,m,i}$ は、色カテゴリ*i*の重心ベクトル $\mu_i$ と色ベクトル $X$ とのCIELAB空間におけるユークリッド距離を表わし、 $E_{s,a,i}$ は表面制御点*i*と色ベクトル $X$ とのCIELAB空間におけるユークリッド距離を表わす。ただし、 $E_{s,m,i}$ 、 $E_{s,a,i}$ ともに発信色空間（CRTディスプレイ色空間）内での距離を示す。（数 1 3）によって $f_i$ は色カテゴリ*i*の重心ベクトルが8つの表面制御点に対して与えるダイナミックレンジ補正係数 $U_i$ への拘束力として働き、 $E_{s,m,i} = 0$ のとき、つまり色ベクトル $X$ が重心ベクトル $\mu_i$ と一致した場合、 $f_i = 1$ となって拘束力最大となる。逆に $E_{s,a,i} = 0$ のとき、つまりテスト色がアンカー点と一致した場合、 $f_i = 0$ となって拘束力はなくなる。

## 【 0 0 9 8 】

一方、（数 1 4）において、 $D_{s,m,i}$ は色カテゴリ*i*の重心ベクトル $\mu_i$ と色ベクトル $X$ との正規化距離を表わす。ただし発信色空間内での距離である。色ベクトル $X$ が色カテゴリ*i*の重心ベクトル $\mu_i$ と一致した場合、 $w_{m,i} = 1$ となり、色カテゴリ*i*以外の重み係数 $w_{m,k \neq i} = 0$ となる。したがって $w_{m,i}$ は、色ベクトル $X$ の位置に従って決定される拘束力 $f_i$ への重み付け係数の意味を持つ。9つの重心ベクトルが持つ拘束力 $f_i$ それぞれが $w_{m,i}$ によって重み付けされて、抑制係数 $F$ に反映される。

## 【 0 0 9 9 】

以上の処理によって、CRTディスプレイの入力測色値は目標正規化距離に変換され、正規化距離の形態においてマッピングが完了したことになる。

## 【 0 1 0 0 】

次に、プリンタ色空間における測色値のうち、目標正規化距離を持つ測色値を見つけ出す処理 S 9 0 8 について説明する。受信デバイスの色空間内で重心ベクトルと目標正規化距離を持つ測色値を探し出す手順を図 1 0 に示し説明する。

## 【 0 1 0 1 】

目標正規化距離が入力され（S 1 0 0 1）、さらに受信デバイスの重心ベクトルと分散共分散ベクトルが入力されて（S 1 0 0 2）、設定された出力候補色（S 1 0 0 3）が重心ベクトルと持つ正規化距離が算出される（S 1 0 0 4）。前記正規化距離は（数 1 5）で与えられる出力候補色評価関数に与えられ（S 1 0

0 5)、前記出力候補色評価関数の値とあらかじめ設定された閾値と比較する (S 1 0 0 6)。

【0 1 0 2】

【数 1 5】

$$f(\mathbf{P}_i) = \sqrt{\left(\frac{D_{i,1} - D_{p,1}}{D_{i,1}}\right)^2 + \left(\frac{D_{i,2} - D_{p,2}}{D_{i,2}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{D_{i,9} - D_{p,9}}{D_{i,9}}\right)^2} \quad (15)$$

(数 1 5) の値が前記閾値より小さい場合は探索を終了し、出力候補色を出力測色値として (S 1 0 0 7) 受信デバイスへ送出する。一方、(数 1 5) の値が前記閾値より大きい場合は出力候補色を更新し (S 1 0 0 8)、処理 S 1 0 0 4 へ戻る。処理 S 1 0 0 8 の出力候補色の更新方法は本発明が拘束する部分ではないため、任意の方法を適応すればよく、たとえばシンプレックス法などが有効である。

【0 1 0 3】

以上、図 9 における重心マッピングオペレータ V (処理 S 9 0 6) の詳細とダイナミックレンジマッピングオペレータ R (処理 S 9 0 7) の詳細を説明した。

【0 1 0 4】

ところで、色再現システムは色再現の目標に従って形態を変える必要がある。たとえば測色マッチングを色再現の目標とした場合、発信色と受信色は CIE XYZ 値、あるいは CIE LAB 値が一致することを基準としてシステムが最適化される。また、色の見えのマッチングを色再現の目標とした場合は、発信色と受信色の色の見えの属性 (絶対的には Brightness、Colorfulness、相対的には Hue、Lightness、Chroma) が一致することが基準となる。

【0 1 0 5】

好ましい色再現では、記憶色の一致を中心に、観察者の知覚色に準じた色再現が必要になる。本発明は重心ベクトルからなる重心制御点と色域表面あるいは色域表面付近に設置した表面制御点を用いて、様々な色再現への選択的適応が可能である。すなわち、受信デバイスの制御点に発信デバイスと測色的に一致するベクトルを用いれば制御点間は測色マッチングが確保され、色域マッピングのため



のカテゴリカルな特性の保持と測色マッチングをミックスしたマッピングが実現できる。

【0106】

一般に、色域内部のグレー軸に近い部分では測色マッチングを実現し、色域表面では色域圧縮に伴う非線形な処理が有効と言われているが、本発明では色域内部に存在する重心制御点を測色マッチングペアにし、表面制御点を知覚色マッピングペアとすれば実現できる。

【0107】

また、全制御点ペアで色の見えの違いを最小化すれば、照明の違いなどに起因する色順応を考慮した色域マッピングが設計でき、任意の視環境で色カテゴリカルに最適化された色域マッピング方法が設計できる。色域圧縮が発生しない場合は色の見えマッチングを実現する色情報交換として働き、対応色予測を任意の視環境下で実行できる。

【0108】

なお、発信デバイスの色と見えが一致する色を受信デバイスにおいて特定するには観察者に複数のテスト色を与えて観察者に選択させる工程が必要になる。また発信デバイスと受信デバイスの色域の違いから見えが一致する色は特定できず、見えの違いが最小となる色を探し出す工程が必要となる。この際、図11(a)に示すような発信デバイスの色域のカスプ1101と受信デバイスの色域のカスプ1102の間にある色をテスト色に用いると短時間に前記工程を終了できる効果がある。横軸は色相Hで、縦軸は明度L\*である。

【0109】

図11(b)は、色相角200度の発信デバイスの色域境界1103と受信デバイスの色域境界1104を彩度-明度面で示すが、発信デバイスの表面制御点を1105に取った場合、これと色の見えの違いが最小になる色は受信デバイスの色域境界1104上の最も彩度の高いカスプ1106付近であると考えられる。もしカスプ1106そのものが選ばれない場合は、カスプ1106より暗い部分よりも発信デバイスのカスプ1105により近い明るい部分から選ばれると考える方が自然である。従って色の見えの違いが最小となる色は発信デバイスの色域

のカスプ 1 1 0 1 と受信デバイスの色域のカスプ 1 1 0 2 の間にある可能性が高く、ここからテスト色を選べば、短時間で見えの違いが最小となる色や見えが一致する色を探し出せる。

【0 1 1 0】

【発明の効果】

以上のように本発明は、観察者の色カテゴリーカルな知覚情報に基づいて色空間を正規化し、重心制御点どうしをマッピングする重心マッピングオペレータVと表面制御点どうしをマッピングするダイナミックレンジマッピングオペレータRで発信デバイス、受信デバイスにそれぞれ設けられた制御点をマッピングし、発信色が持つ重心制御点及び表面制御点との位置関係から制御点間のマッピング情報を内挿して受信色空間への最適マッピング点を決定し、これを受信色空間内で探索することによって、色属性と色再現性の関係を定量的に把握した上で設計できる色域マッピングと、かつ観察条件の違いを吸収する実用的な対応色予測を実現できる優れた色情報交換方法である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 におけるカラーマネージメントシステムの構成図

【図 2】

同色情報交換装置 1 0 1 の内部構成図

【図 3】

(a) C R Tディスプレイとプリンタの色表示範囲の一例を示す図 (a\*-b\*平面投影図)

(b) C R Tディスプレイとプリンタの色表示範囲の一例を示す図 (色相角 0 度におけるC\*-L\*切断面)

【図 4】

(a) C R Tディスプレイ呈示色のredカテゴリとpinkカテゴリの分布図

(b) プリンタ印刷色のredカテゴリとpinkカテゴリの分布図

【図 5】

Kellyが示した色の領域を示す図

【図 6】

MacAdamが求めた色弁別楕円を示す図

【図 7】

MacAdamの色弁別楕円の交線とKellyの色領域の境界線の関係を示明する図

【図 8】

カラーネーミング実験の方法を示明する図

【図 9】

CRTディスプレイの色空間の色カテゴリーカル特性を保持しながらプリンタの空間へマッピングを実行する手順を示明する図

【図 1 0】

目標正規化距離を持つ測色値を受信デバイスの色空間内で探索する手順を示明する図

【図 1 1】

(a) 発信デバイスと受信デバイスの色域のカスプを示す図

(b) 発信デバイスと受信デバイスの色域境界を彩度－明度面で示す図

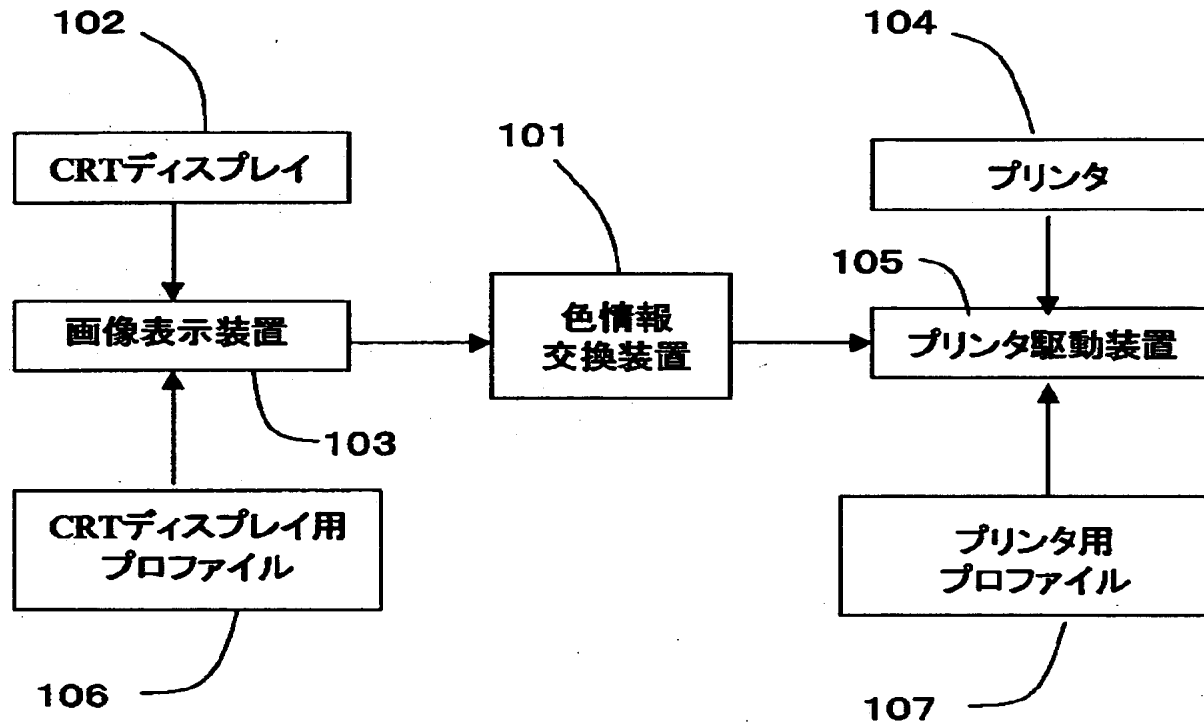
【符号の説明】

- 1 0 1 色情報交換装置
- 1 0 2 C R Tディスプレイ
- 1 0 3 画像表示装置
- 1 0 4 プリンタ
- 1 0 5 プリンタ駆動装置
- 1 0 6 C R Tディスプレイ用プロファイル
- 1 0 7 プリンタ用プロファイル
- 2 0 1 色情報入力部
- 2 0 2 発信デバイス用カラーネーミングデータベース
- 2 0 3 発信デバイス用色情報正規化部
- 2 0 4 重心マッピング制御部
- 2 0 5 ダイナミックレンジマッピング制御部
- 2 0 6 目標正規化距離探索部

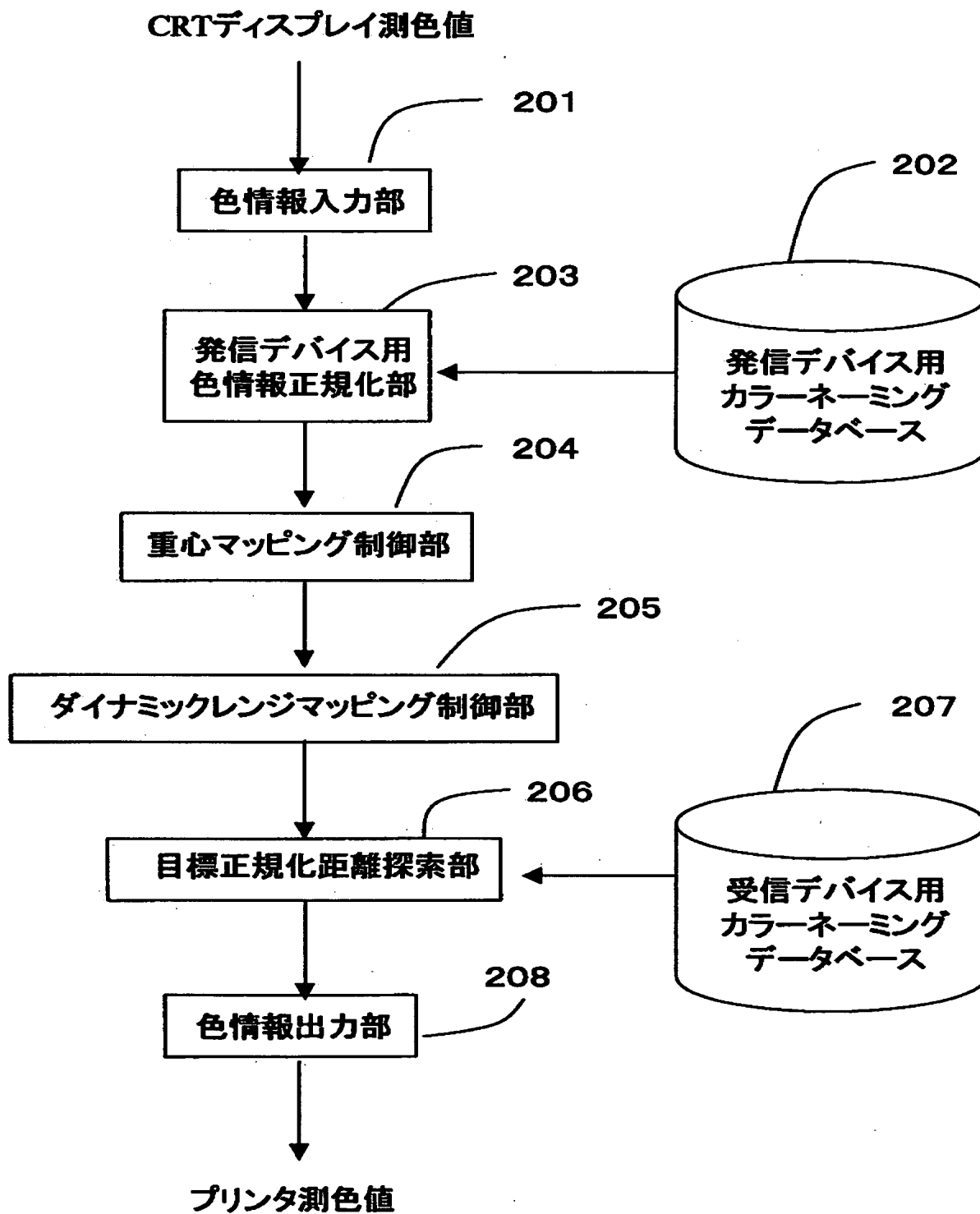
- 2 0 7 受信デバイス用カラーネーミングデータベース
- 2 0 8 色情報出力部
- 3 0 1 C R Tディスプレイの色域境界
- 3 0 2 プリンタの色域境界
- 3 0 3 C R Tディスプレイの色域境界
- 3 0 4 プリンタの色域境界
- 4 0 1 C R Tディスプレイ上の色
- 4 0 2 プリント上の色
- 7 0 1 「緑」と知覚される色のまとまり
- 7 0 2 「黄味緑」と知覚される色のまとまり
- 7 0 3 「青味緑」と知覚される色のまとまり
- 7 0 4 「緑」と「黄味緑」の知覚の境界
- 7 0 5 「緑」と「青味緑」の知覚の境界
- 7 0 6 C R Tディスプレイの色表示限界
- 8 0 1 C R Tディスプレイあるいはプリンタ
- 8 0 2 テスト刺激のカラーパッチ
- 8 0 3 観察者
- 8 0 4 観察者の応答を計算機へ入力する応答操作
- 1 1 0 1 発信デバイスの色域のカスプ
- 1 1 0 2 受信デバイスの色域のカスプ
- 1 1 0 3 色相角 2 0 0 度の発信デバイスの色域境界
- 1 1 0 4 色相角 2 0 0 度の受信デバイスの色域境界
- 1 1 0 5 発信デバイスの表面制御点
- 1 1 0 6 受信デバイスのカスプ

【書類名】 図面

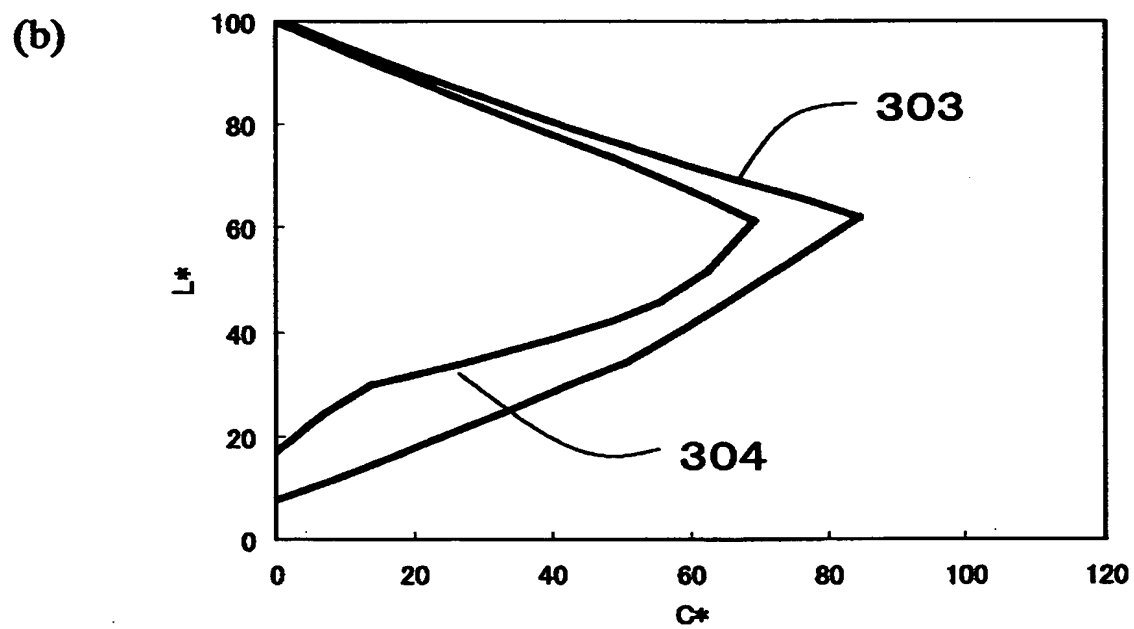
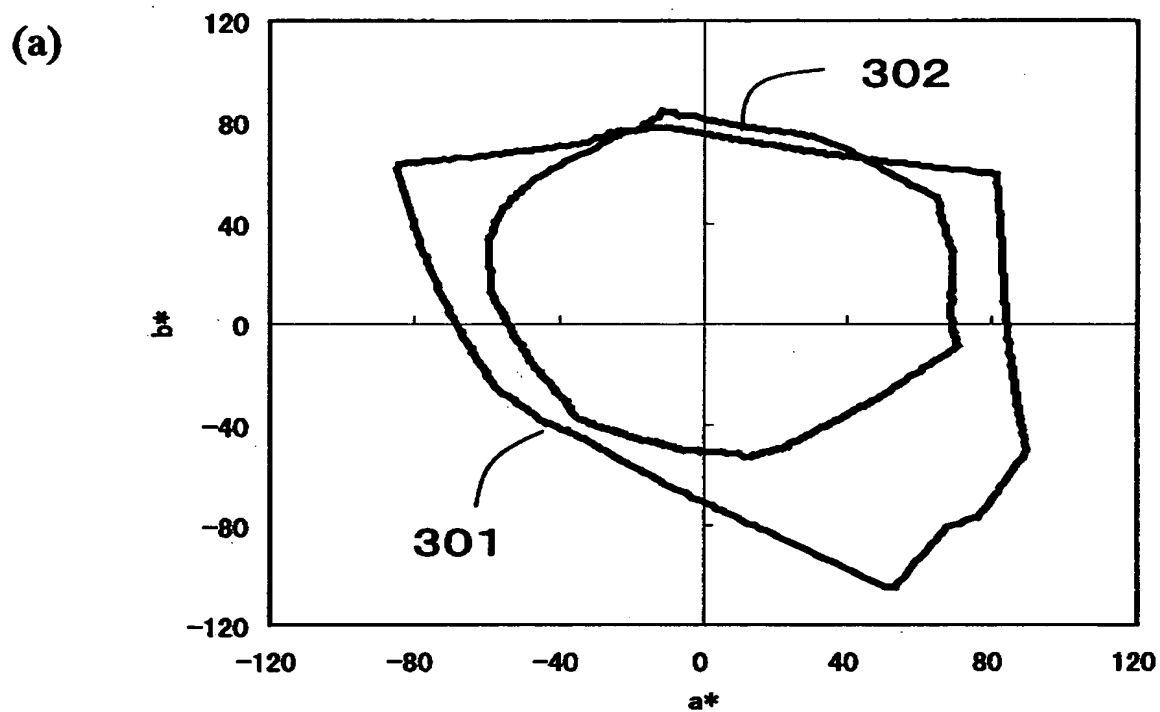
【図 1】



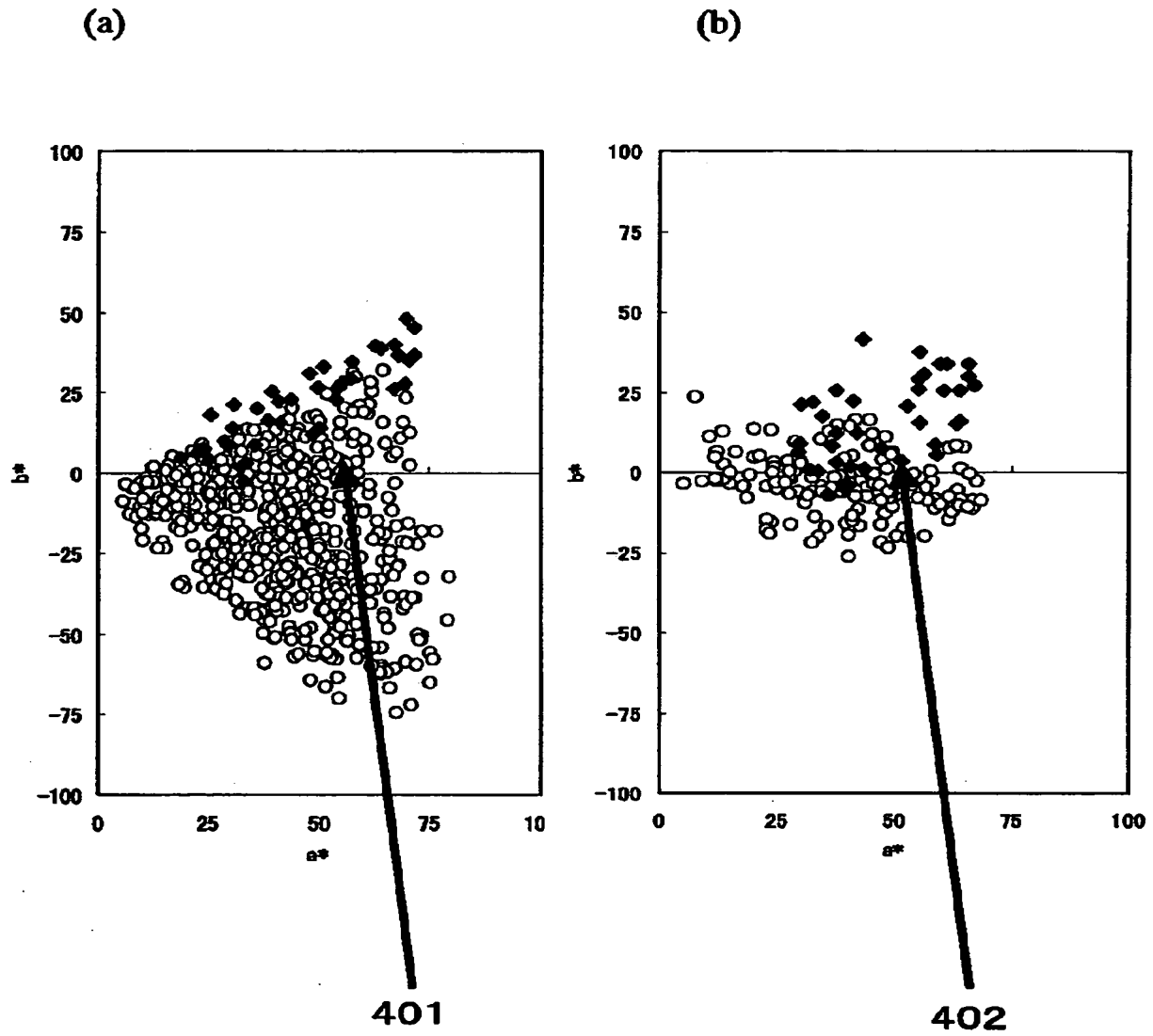
【図 2】



【図 3】

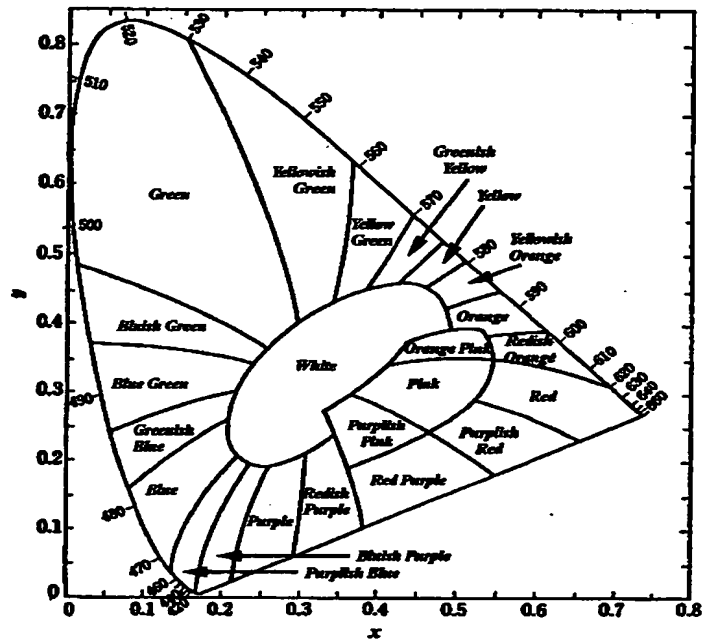


【図 4】

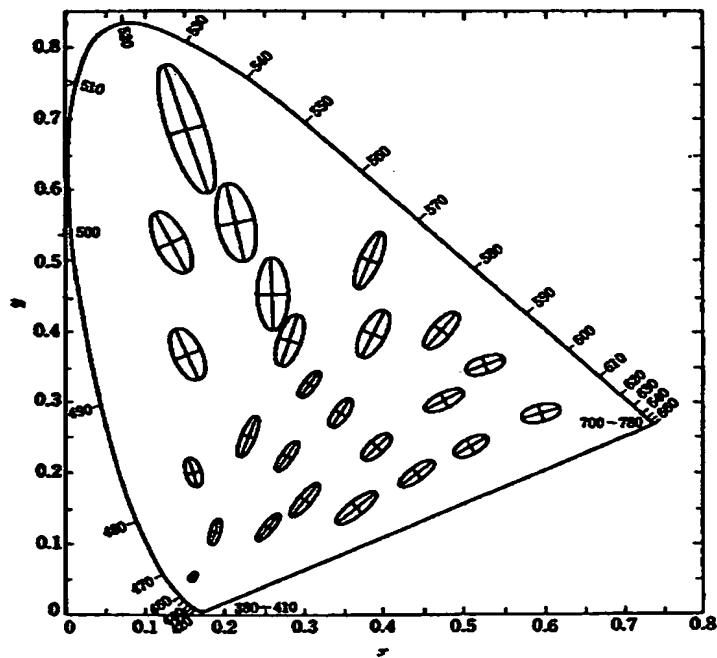




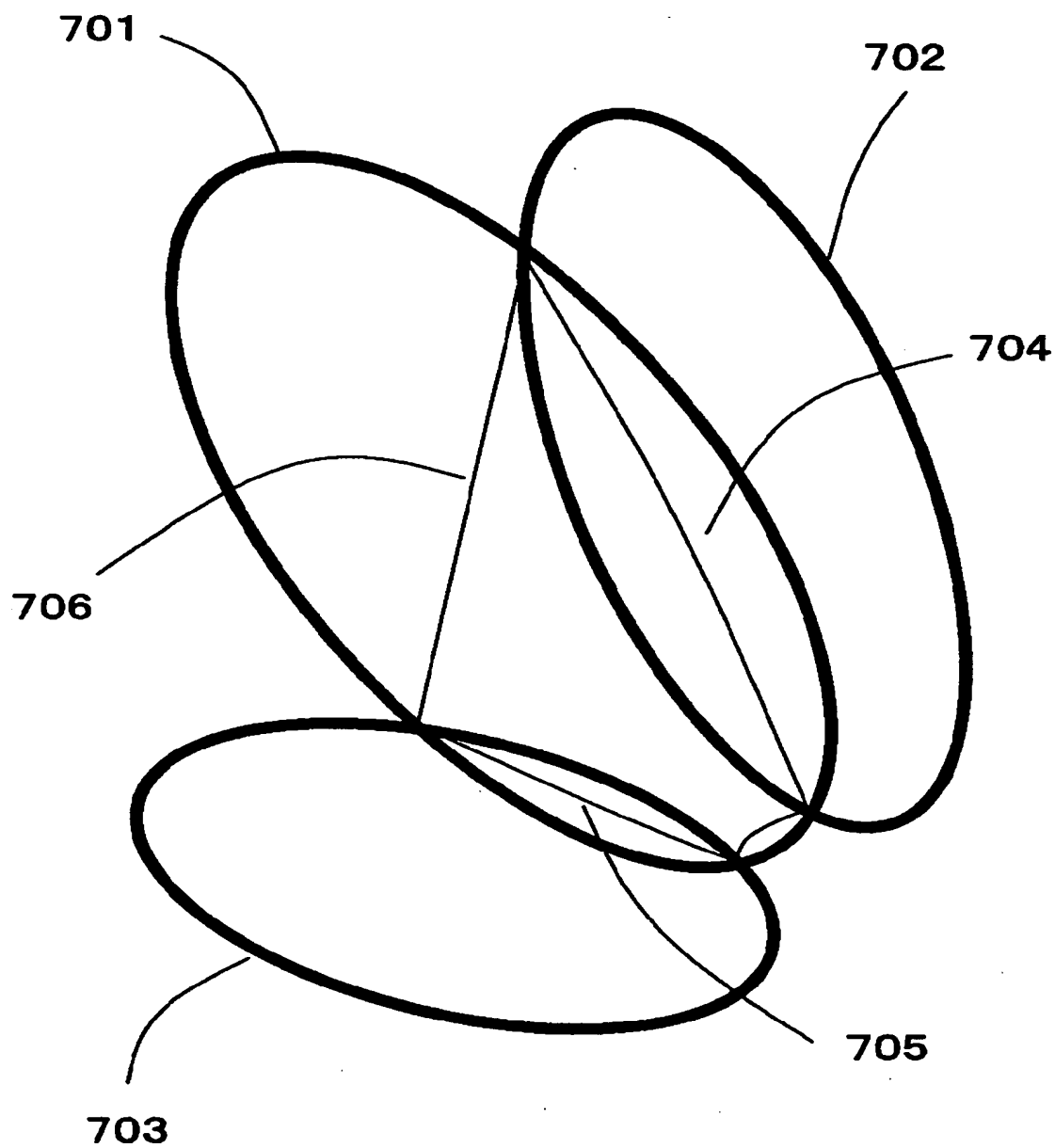
【図 5】



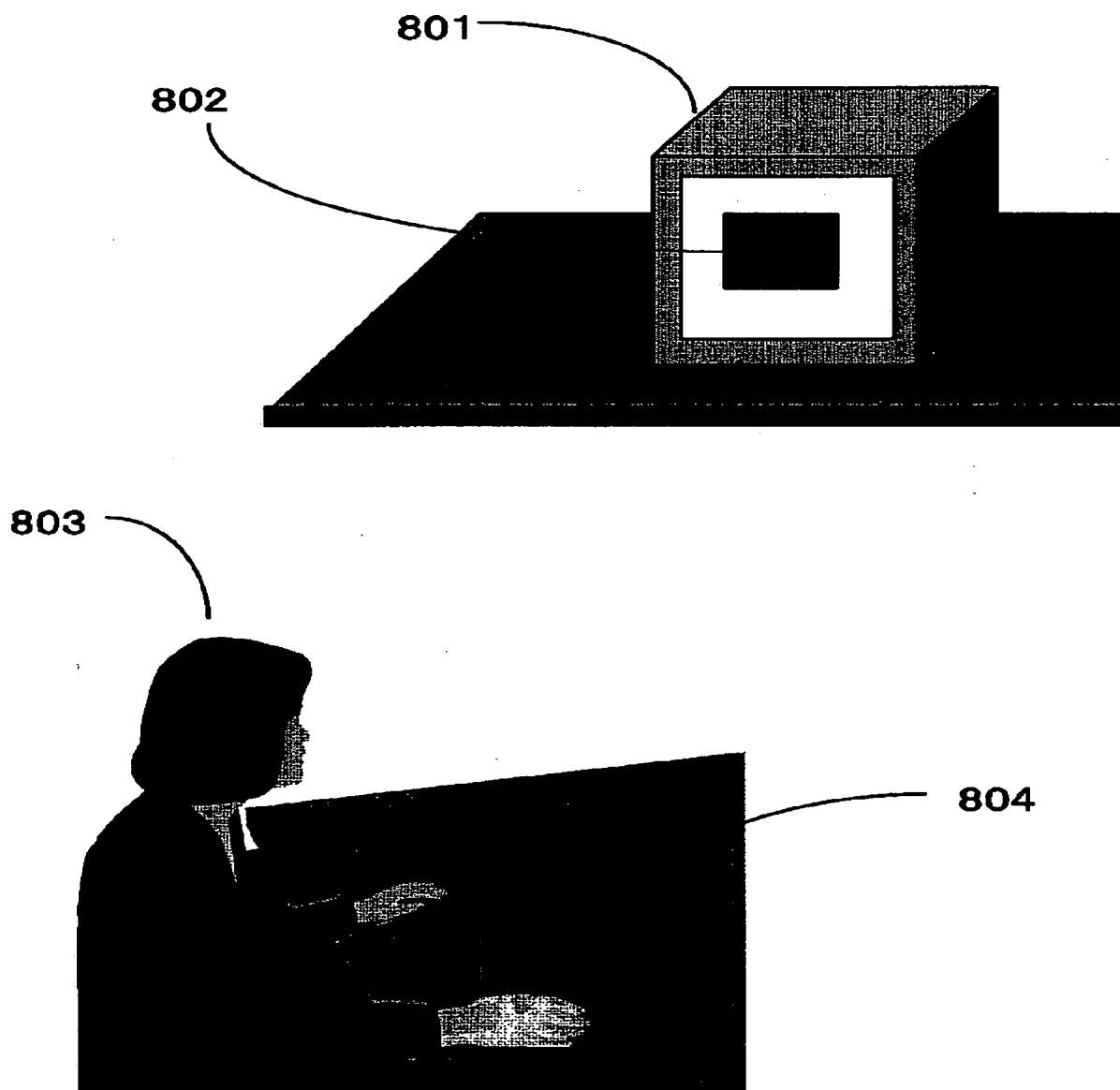
【図 6】



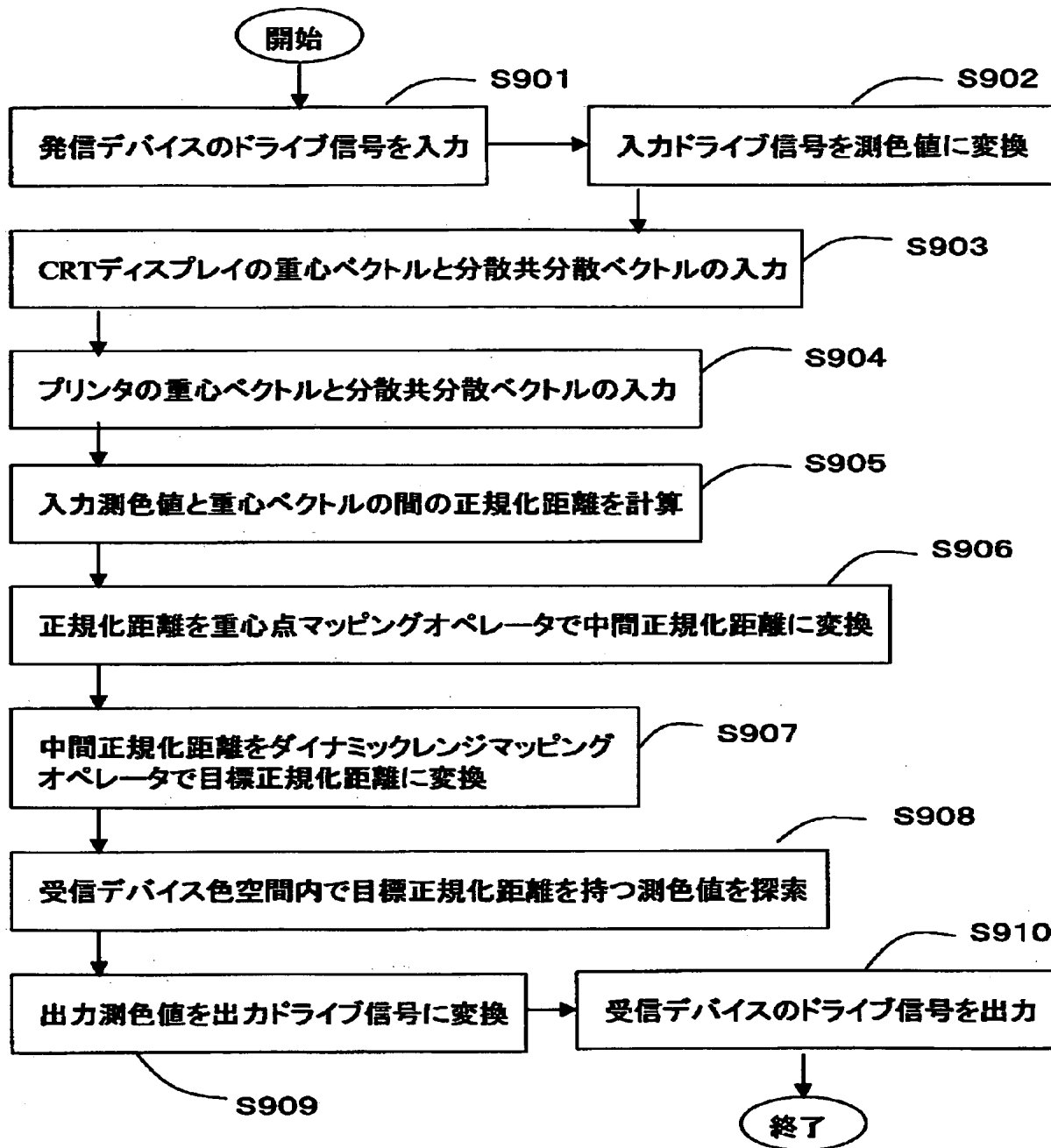
【図 7】



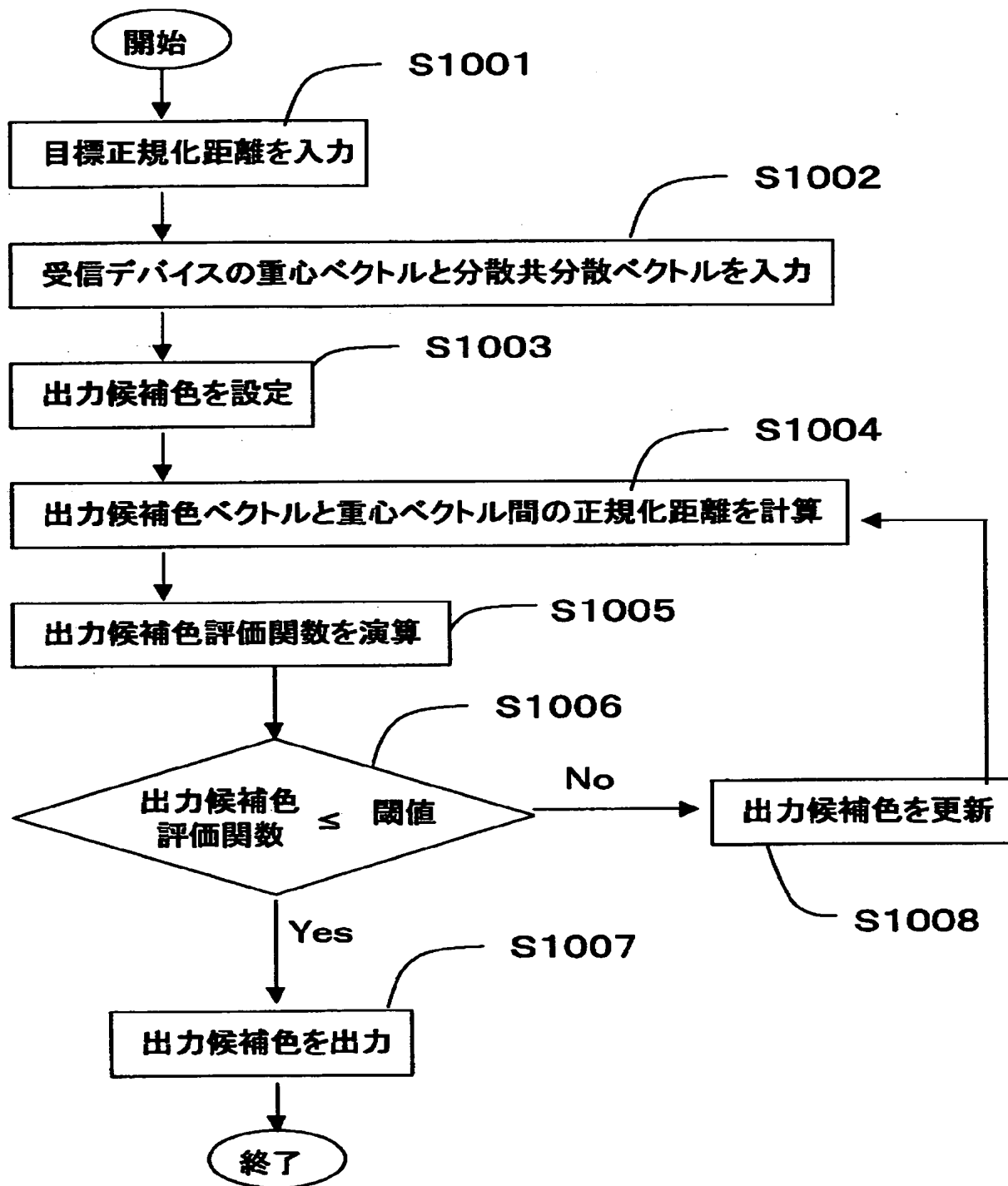
【図 8】



【図 9】

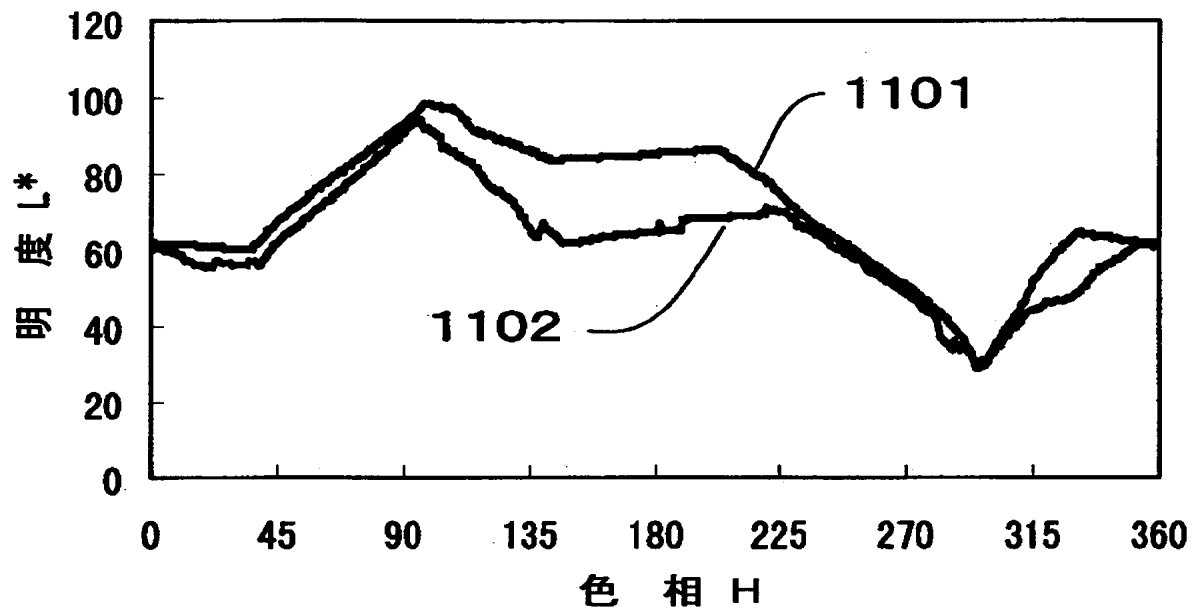


【図 1 0】

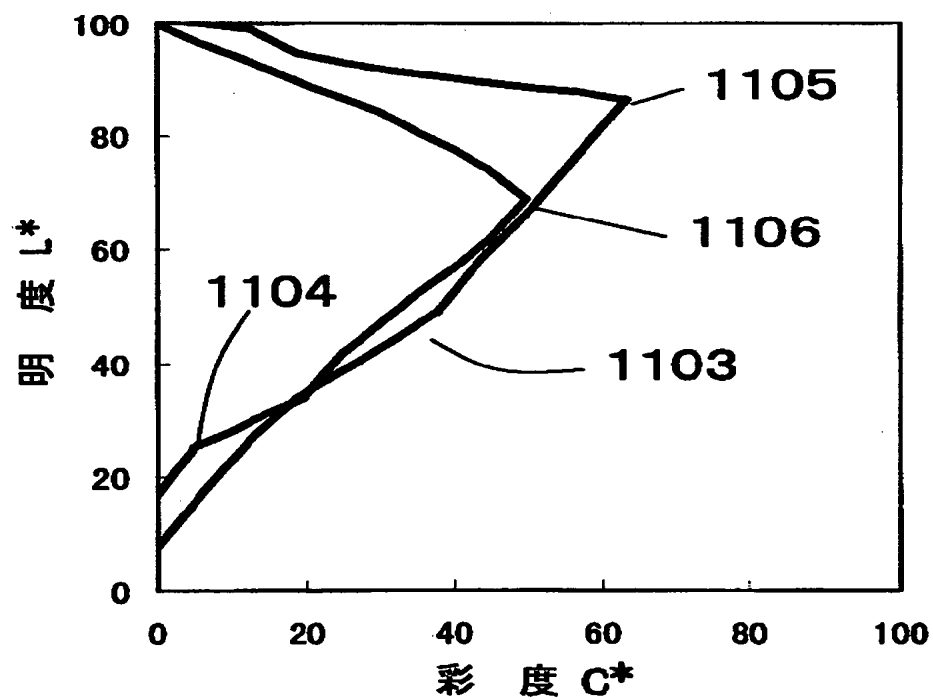


【図 1 1】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 色情報を管理するカラーマネジメントシステムにおいて、システム全体に渡って色情報を正確に交換することを目的とする。

【解決手段】 観察者の色カテゴリーカルな知覚情報に基づいて色空間を正規化し、発信デバイス、受信デバイスごとの色カテゴリーカルな入出力特性を絶対的に、相対的に、あるいは入出力特性の一部を絶対的に残りを相対的に保持して色情報を交換することにより、色カテゴリーカル特性の観点から色属性と色再現性の関係を定量的に把握した上で色域マッピングの方法を設計し、かつ様々な観察条件下で対応色を高精度に予測するための色空間正規化方法、並びに色情報交換及び装置を実現できる。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社